2020年1月号

ナショナル ジオグラフィック日本版　2019年12月30日発行・発売（毎月1回30日発行・発売）第26巻第1号（1995年7月3日第3種郵便物認可）

長寿の食卓 | 人体にすむ微生物 | 女性の健康 | ヨガで安らぎを | ロボットとお年寄り

総力特集 健康に生きる

NATIONAL GEOGRAPHIC

ナショナル ジオグラフィック 日本版

痛み その正体と治療法を探る

FEATURES
特集

ANDY RICHTER

CONTENTS 目次

今月の表紙
痛みは脳に危険を知らせる警報システムだ。科学者たちは現在、オピオイド系鎮痛剤を使わずに、痛みをコントロールしたり、和らげたりする方法を見つけようとしている。
イラスト: MAGIC TORCH

PROOF
世界を見る

EXPLORE
探求するココロ

日本版サイトには
オリジナル連載も
満載です。
nationalgeographic.jp

読者の皆様へ
• 本誌年間購読のお申し込み、小社書籍商品のご購入は、巻末のハガキをご利用いただくか、下記までご連絡ください。

日経ナショナル ジオグラフィック社
読者サービスセンター
〒134-8691
日本郵便葛西郵便局
私書箱30号
0120-86-7420
FAX 03-5605-7430

• 小誌サイトからも、年間購読のお申し込みが簡単にできます。
nationalgeographic.jp
• 記事へのご意見やご感想の投稿を、随時受け付けています。送付先など詳しい情報につきましては、「読者の声」欄をご覧ください。お便りをお待ちしております。
• 落丁・乱丁本は、当社送料負担でお取り換えします。当社読者サービスセンターまでご連絡ください。
• 当社では、読者の皆様のご意見を誌面に反映させるため、読者アンケート調査(定期購読者の中から無作為抽出)を行っています。アンケートにご協力いただいた方には薄謝を進呈いたします。

REMUS TIPLEA (PROOF); KONSTA PUNKKA (EXPLORE 観測所); HANNAH WHITAKER (EXPLORE 靴職人)

PROOF
世界を見る

NATIONAL GEOGRAPHIC

カメラを見つめる目

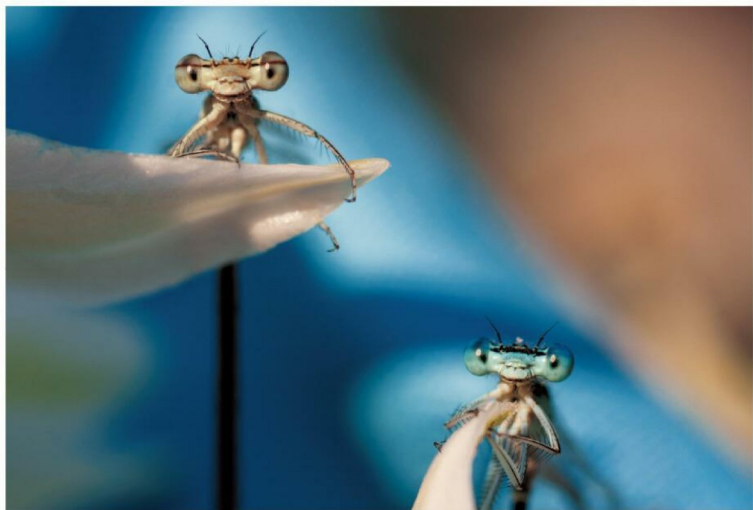
写真＝レムス・ティプレア

夏になると庭に姿を現すイトトンボたち。体の割には大きな目がぎょろりとこちらを見つめる。

この世界で起きていることを、さまざまな視点で見つめる

写真家のティプレアは自宅の庭でイトトンボを何時間も見ていることがある。そして、時に見つめ返されているのに気づく。

縄張り意識の強い雄は、葉や花をめぐって争う。長年観察してきて、ティプレアは一触即発の瞬間がわかるようになった。

午前中の方がイトトンボを撮影しやすいとディプレアは言う。光が柔らかく、風が穏やかだからだ。
雨が降ったり日差しが強かったりしたときは、傘を差して、このか弱い昆虫を守ることもある。

揺れ動く草花に止まっている小さな昆虫に焦点を合わせるのは至難の業だ。
納得できるカメラのセッティングを見つけ出すのに、イトトンボを撮り始めて3年かかった。

撮影の現場から

夏になるとイトトンボがやって来る写真家の庭。
そこは、か細い体の昆虫を撮影するのに最適なスタジオになる。

イトトンボが彼をじっと見ていた。彼も見つめ返した。写真家のレムス・ティプレアが葉先に止まるイトトンボに気づいたのは、ルーマニア北西部にある自宅の庭だ。この大きな目をしたか細い昆虫が、堂々として見えた。そこでティプレアは、夏になるとイトトンボを撮影するようになった。

写真家は何時間も観察を続けて、イトトンボの習性を学んだ。この昆虫が、いつ空腹になり、いつ交尾し、なぜ突然飛び立つのかをじっくり見た。雨の日の行動も、どこで寝るのかもわかった。やがて写真家は、イトトンボの性別や交尾相手の選び方まで見てわかるようになった。縄張り争いを始めるライバル同士なのか、恋人同士なのかはすぐにわかる。「そんなときは、私のことなど眼中にありません」

温暖化で夏の気温が上がるにつれ、庭に来るイトトンボの数が減っているという。「減ったとしても」と彼は言う。「重要なのは、今でもこの庭に来てくれることです」　―ダニエル・ストーン

庭のイトトンボが少ないときは、近くの池で撮影することもある。

空に一番近い観測所

写真家のコンスタ・プンカは1年かけ、「統合的炭素循環観測システム」で温室効果ガスを測定する観測所を撮って回った。そのうち最も標高が高いのがスイスのユングフラウヨッホ高地観測所で、観光で訪れることも可能だ。

到着
鉄道で山に登る

その高地観測所は、強風が吹きつける岩山の頂上にある。クライネ・シャイデック駅から登山鉄道に乗り込み、トンネルを通って、岩山の地下にある終着駅へ。そこは欧州で最も標高の高い鉄道駅で、ひなびていると思いきや、チョコレート店や氷で造られた観光用の"宮殿"もある。高速エレベーターに乗れば、もう観測所だ。プンカは特別な許可を得て、ここで4日間宿泊する。

持ち物リスト
寒さ対策は必須

早春のアルプス山脈では、ダウンジャケットの下に、何枚も重ね着する。

- 雪山用ブーツ
- カメラとレンズ3種
- 雪山用ズボン（撮影中に横たわっても寒くない）
- ドローン1機と予備のバッテリー3個（過酷な環境下では消耗が速い）
- 携帯用のカイロを入れる余裕のある手袋（ドローンを素手で操縦するため、手を素早く温められるように）

撮影開始
「夢のような朝」

「残念な日の出」が2日続いた後の朝、プンカは山が朝日に照らされ、観測所が浮かび上がる瞬間を上のデッキで待っていた。飛ばしたドローンが見晴らしの利く位置まで上がると、彼は両手を上げた。「自分の姿はめったに写真に入れないのですが、スケールの大きさを表したくて」。そしてこの写真を撮ると、寒さに耐えかねて急いで屋内に戻り、ドローンを回収した。

「過去の撮影でドローンを何機か
失ったことがあるのですが、
今回はなんとか無事に
飛ばすことができました」
――コンスタ・プンカ
数字で見る
ユングフラウヨッホ
高地観測所
3580メートル
標高
1931年
建設された年
-7.5℃
平均気温
アジア
ユングフラウヨッホ
大西洋
アフリカ
ユングフラウヨッホ高地観測所は、スイスのアルプス地方にある。
文＝レイチェル・ハーティガン・シェイ　写真＝コンスタ・プンカ

宝探し気分のエコツアー

文＝リサ・クリーガー

カエル探しはバードウォッチングに似て、忍耐が必要だ。変な時間に寝起きし、蚊が来たらすぐにたたき、ヘビ対策として足先まで覆われた靴を履かなければならない。だが、暗闇で宝石のように光る目を頼りに、発見できたときの喜びは大きい。

両生類の保護に関心がある旅行者たちと一緒に、NPO「セーブ・ザ・フロッグズ」主催のエコツアーで雨期のコスタリカを訪れた。私たちはこの国に149種生息するカエル（写真はアカメアマガエルの一種）のうち23種を確認したが、まだ探し足りなかった。カエル探しの魅力にすっかりはまってしまったようだ。

写真：GREG BASCO, MINDEN PICTURES. NGM MAPS

あなたは国籍がいくつある？

50年ほど前までは、ほかの国の国民になると、それまでの国籍が失われることがほとんどだった。だが、現在は約75%の国で自国籍と外国籍のパスポートをもつことが許されていて、子どもの国籍の選択権も劇的に増えた。まれなケースだが、九つもの国籍を取得することも不可能ではない。その方法を紹介しよう。

グラフィック＝マニュエル・カナレス　調査＝ケルシー・ノワコウスキー

家族のつながり

母親が二重国籍を保有している場合

子どもは、母親が生まれた国と国籍を有している国の国籍を得られる。

★ 81%
この方法で国籍が取得できる国の割合

母親の出生地にかかわらず、子どもは母親の第2国籍を選択できる。

62%

父親が二重国籍を保有している場合

子どもは、父親が生まれた国の国籍を得られる。

★ 91%

父親がどこで生まれたかに関係なく、父親の二つの国籍を継承できる。

71%

47カ国で、女性よりも男性の方が子どもに国籍を継承しやすい。

その他の結びつき

結婚

世界の約3分の2の国で、結婚して3年たてば国籍が得られる。

★ 63%

経歴

その国と民族的、歴史的、文化的なつながりがあれば、国籍が与えられる。

23%

移住

世界の約半数の国で、移住後5年以内に国籍が得られる。

★ 48%

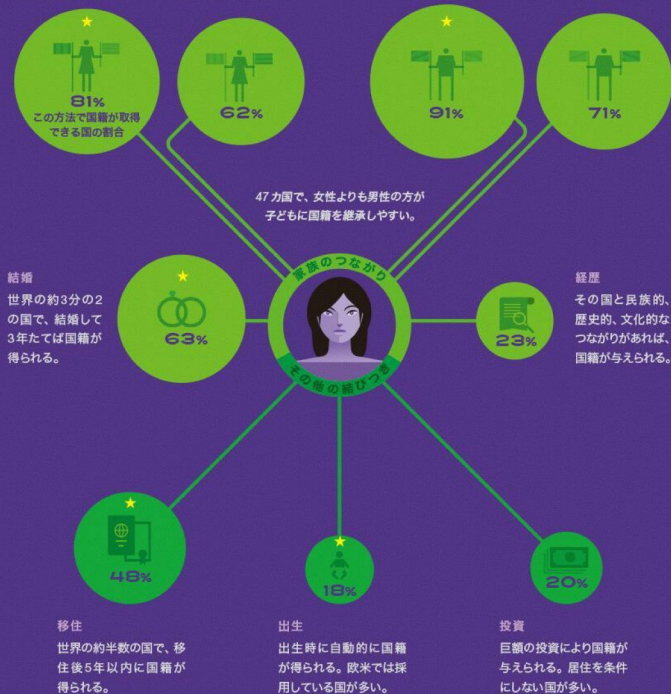
出生

出生時に自動的に国籍が得られる。欧米では採用している国が多い。

★ 18%

投資

巨額の投資により国籍が与えられる。居住を条件にしない国が多い。

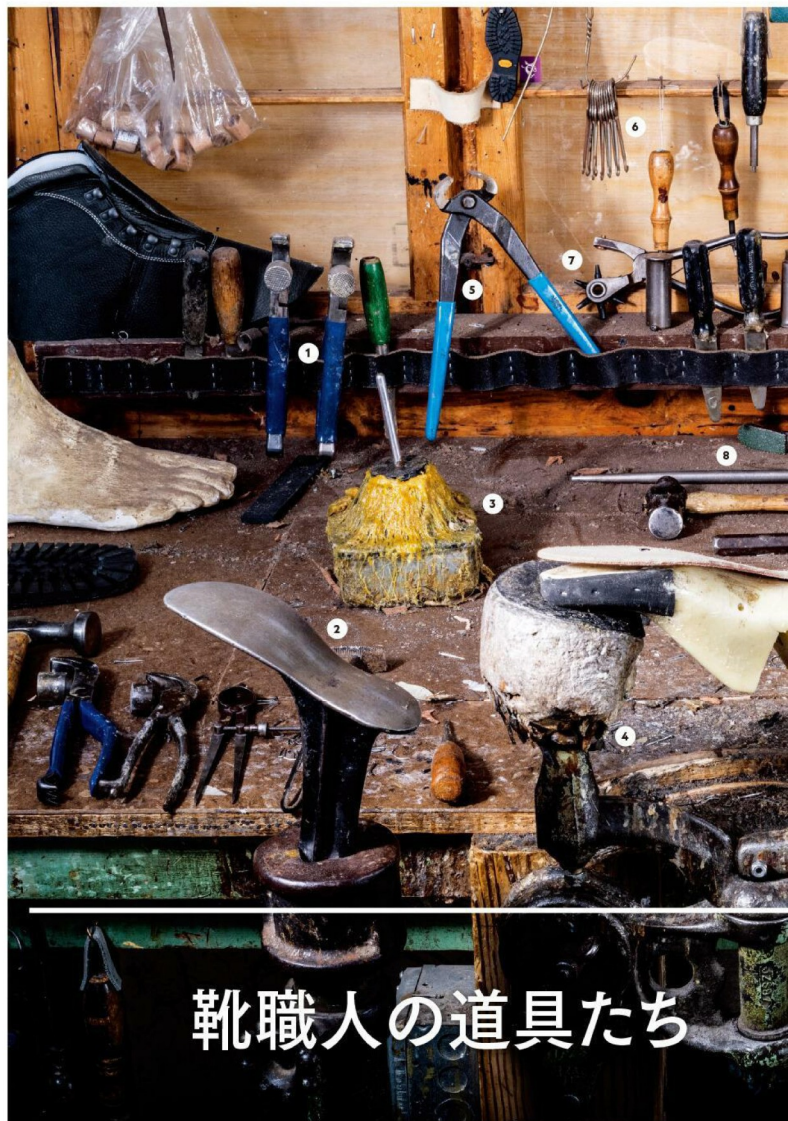
20%

★ 米国で認められている方法

無国籍

無国籍者の正確な数は不明だが、どの国の国民としても認められていない人が何百万人もいる。

テロ対策

自国や他国でテロ活動に関わった者から国籍を剥奪する国が増えている。

出典：GLOBAL CITIZENSHIP OBSERVATORY (GLOBALCIT)

靴職人の道具たち

写真＝ハナ・ウィテカー

ドイツ生まれの靴職人ピーター・リマーが米国で初の「スキー・ブーツ」の特許を取得したのは1939年のこと。現在は、63歳になる孫のリマー３世が、祖父の店と道具を受け継ぎ、年間約200足の登山靴を作っている。特注品で775ドル（約8万5000円）以上もするが、長い順番待ちができ、遠くはオーストラリアから調整に訪れる愛用者もいる。「新しいブーツを履いて、うれしそうに帰るお客様を見るのが最高なんです」とリマーは語る。　——ジェニファー・S・ホーランド

1. ラスティング・ペンチ
ペンチとハンマーを兼ねていて、靴型（10を参照）にかぶせた革を伸ばしたり整形したりする。

2. 金台
鋼鉄製。ここに靴を逆さまにして固定すると、靴底やヒールの作業がしやすい。

3. ゴムのりの容器
のりのこびりついた祖父の容器を45年間使用。これで靴底を貼り付ける。

4. 万力付きの金台
特注品の作業に使う。柔らかい革で包み、プラスチック製（写真）や木製の靴型の爪先を載せる。

5. くぎ抜きペンチ
製作中に使ったくぎを抜いたり切ったりする。

6. ボタン掛け器
100年前から現役。「昔は靴に小さなボタンがあって、指の太い靴職人は重宝していました」とリマーは言う。

7. 回転式穴開けパンチ
靴ひも用の穴を開ける。

8. 道具類（写真奥から）
研磨と整形用の石目やすり、ナイフ研ぎ棒、ナイフの刃をなめらかにするハンマー、くぎを留めたり靴の中の凹凸を平らにしたりする棒。

9. 靴職人のハンマー類
靴底を突いて固めるためのものと、くぎやびょうを打つのに使うものがある。

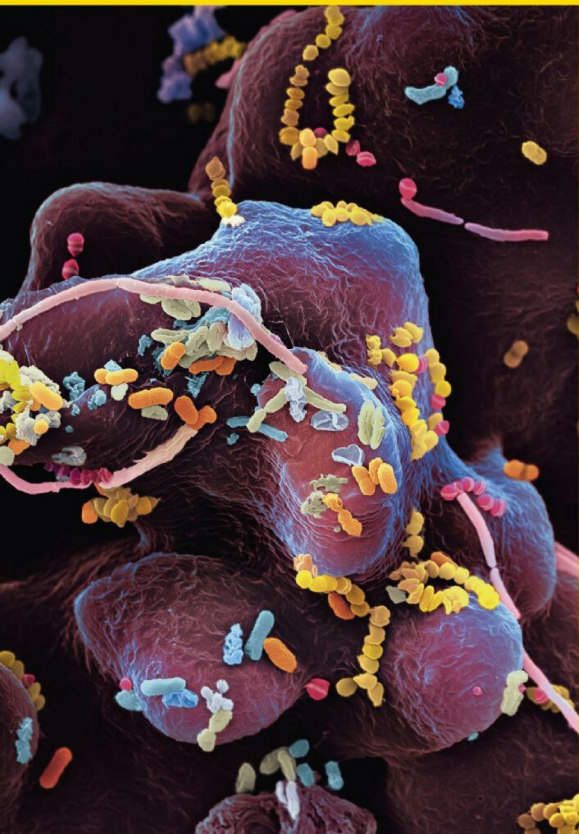
10. 木製の靴型
リマーは、標準型の靴型に顧客の足に合うまで手を加える。靴は型にぴったりはめて作るので、型から外すときに「強い筋力とビール腹」が役立つという。

体の線は何のため?

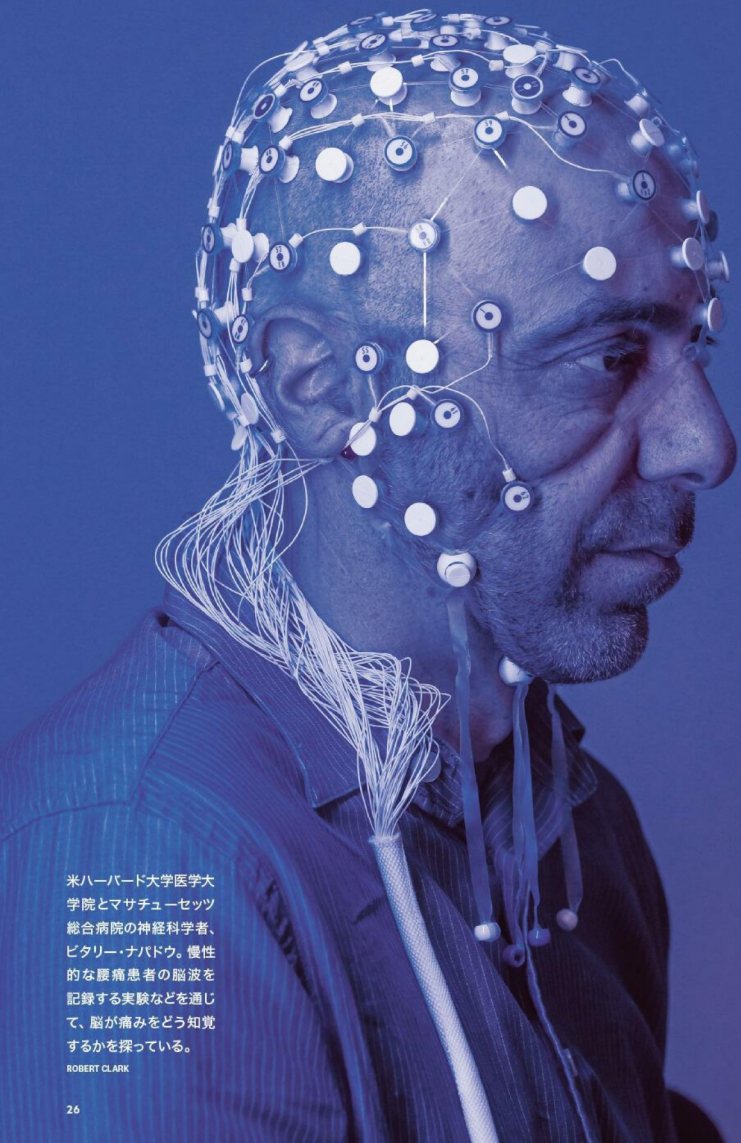
写真=レベッカ・ヘイル

このサワラの仲間の体に走る黒い線は何だろう? これは「側線」と呼ばれる、水流や水圧を感じとる魚に特有の重要な器官だ。この線に沿って並んでいる小さな受容器「感丘」のおかげで、暗闇の中で獲物を捕らえる、障害物を避ける、群れをなして泳ぐ、といった行動が可能になる。

──テレサ・マカマー

FEATURES 特集

74

驚くべきことに、
一人ひとりの人間が
もっている
微生物の顔ぶれは
それぞれ
独自のもので、
ほかの誰とも
違っているのだ。

画像：MARTIN OEGGERLI

米ハーバード大学医学大学院とマサチューセッツ総合病院の神経科学者、ビタリー・ナパドウ。慢性的な腰痛患者の脳波を記録する実験などを通じて、脳が痛みをどう知覚するかを探っている。
ROBERT CLARK

大特集

健康に生きる

痛みを和らげる科学

世界中で
多くの人たちを
悩ませるつらい痛み。

その正体を解き明かし、
新たな治療法を
開発する研究が進む。

文＝
ユディジット・
バタチャルジー
サイエンスライター

写真＝
デビッド・グッテンフェルダー、
ロバート・クラーク、
ロビン・ハモンド、
クレイグ・カトラー、
マーク・ティッセン

米ワシントン大学医学部のハーバービュー医療センターで、仮想現実(VR)ゲームをしながら手術を受けるブレント・バウアー。バウアーは3階の高さから転落し、骨盤など多数の骨を折った。以前、骨盤を固定するピンを1本抜く手術をVRなしで受けたときには「痛みが非常に強かった」が、VRゲームをしながらもう1本を抜いたときは、「とても楽しい気晴らしがあって、痛みは大幅に減った」と話す。これは同大学のハンター・ホフマンが開発した手法で、VRの効果を調べる研究の一環だ。

CRAIG CUTLER

生物医学の研究者で、ナショナル ジオグラフィックのエクスプローラーでもあるゾルタン・タカシュがつまみ上げたのは、ベトナムのチューヤンシン国立公園で見つけたサソリ。毒をもち、紫外線を浴びて青く輝く。依存性のない新しい鎮痛剤を見つけようと、タカシュは動物の毒を集めている。動物の毒を用いた成功例はすでにあり、イモガイという巻き貝の猛毒からは、慢性疼痛(とうつう)に効く薬が開発されている。

DAVID GUTTENFELDER

米空軍で航空機の整備をしていたトム・ノリスは、30年以上前、がんの治療で脚の付け根と左腰に放射線照射を受けた。がんは消え、再発もなかったが、治療後に腰から背骨を通って首まで、鋭い痛みにさいなまれるようになった。

以後、70歳になった現在まで、1日たりとも痛みから解放された日はない。仕事も辞めざるをえなかった。激痛のあまりベッドから起き上がれない日もあり、調子が良いときでさえ動ける範囲は限られて、外へごみを出しに行くといった、単純な家事もままならない。痛みがあまりにも強烈で息をするのもつらく、「水の中で溺れているみたいになる」こともあるという。

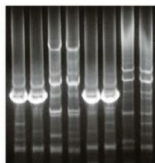
ノリスは背の高い、もの柔らかな人物で、苦痛を押し隠して、常に穏やかな表情を浮かべている。取材中もほんの一瞬でも顔をしかめることはなかった。

この30年間ずっと、ノリスは安らぎを探し求めてきた。強力なオピオイド(モルヒネに似た作用を示す物質)系鎮痛剤、フェンタニルに頼った時期も長かった。ノリスによると、この薬は「分厚い毛布」のように痛みを覆ってくれるが、「ほぼ寝たきりになり、意識もうろうとなる」のが難点だ。今は理学療法で痛みをコントロールし、以前よりも体を動かしやすくなった。また、神経の炎症を抑えるために、背骨にステロイド注射を打っている。

ノリスのように慢性的な痛みに苦しむ人は、米国だけでも5000万人近くいる。原因はさまざまだが、悩みは共通している。激しい痛みに襲われ、まともな生活ができないことだ。痛みは時々表れる人もいれば、四六時中、消えない人もいる。

米国では1990年代末から、慢性的な痛みを軽減するために、オピオイド系の鎮痛剤が処方されるようになった。こうした薬は痛みを和らげるだけでなく、快感をもたらすことがあり、何十万人もの米国人が依存症に陥った。だが、リスクが明らかになった後も、依然としてオピオイド頼みが続いている。代替薬がほとんどないことが一因だ。爆発的に普及するような夢の新薬はまだ開発されていない。

英国スコットランド在住のジョー・キャメロンは手の関節炎の手術を受けたとき、まったく痛みを訴えなかった。遺伝学者が彼女のDNAを調べると、珍しい変異が二つ見つかった。電気泳動法による画像解析(下)で、キャメロンのDNA(1)と彼女の息子のDNA(3)には、痛みを感じない変異があるが、キャメロンの母(2)と娘(4)にはないことがわかる。

右:ROBIN HAMMOND
下:JAMES COX, UNIVERSITY COLLEGE LONDON

オピオイド系鎮痛剤の誤用・乱用は全米に広がり、2017年のデータでは、オピオイドを処方されたことがきっかけで薬物依存症になった米国人は推定170万人にのぼった。米国では、オピオイドの過剰摂取で1日に約130人の死者が出ているが、この数字にはヘロインなどの麻薬だけでなく、処方薬も含まれていることを考えると暗然たる思いになる。

こうした事情から、痛みの生物学的な機構を解明し、慢性的な痛みをより効果的に治療する方法を確立することは、これまで以上に差し迫った課題になっている。研究者たちは痛みの信号が感覚神経から脳に伝わる仕組み、そして脳が痛みを知覚する仕組みの解明に取り組み、大きな成果を上げつつある。また、痛みを調節するうえで特定の遺伝子が果たしている役割も解き明かされている。

研究の進展に伴い、痛み、ことに「3カ月以上続く痛み」と定義される慢性疼痛に対する臨床医と研究者の見方は大きく変わろうとしている。これまでの医学では、痛みは傷や病気がもたらす症状と見なされてきたが、傷や病気が治っても、長期にわたって痛みに苦しむ患者が大勢いることがわかっている。こうしたケースでは、もはや痛みそれ自体が病気だ。

痛みの研究が着実に進展していけば、オピオイドに代わる依存性のない鎮痛剤など、慢性疼痛に効く新たな治療薬が開発されるのではないかと期待されている。

痛みを40年以上も研究してきた神経生物学者、クリフォード・ウルフは、研究者や医師がオピオイド禍という「社会的な大惨事」が起きて初めて、それまでないがしろにしてきた痛みに目を向けたのは、悲しい話だと言う。それでも研究に拍車がかかったことは不幸中の幸いだと、彼は話す。「今後数年で痛みの解明は飛躍的に進むと期待できそうです」

痛みとは何か

痛みを感じる能力は、自然が私たちに与えてくれた贈り物の一つだ。痛みを感じなければ、熱いストーブに触れても、反射的に手を引っ込めることもなく、大やけどを負うだろう。痛覚は自分の身を守るうえで欠かせない警報装置の役目を果たしている。

この警報装置で“見張り役”を務めているのは、「侵害受容器」という特殊な感覚ニューロン(神経細胞)だ。受容器の細胞体は背骨の近くにあるが、その神経線維は皮膚や肺や消化器など、体のさまざまな部位まで延びている。侵害受容器には何種類かあり、ナイフの切り傷、溶けたろうの熱、酸による熱傷など、それぞれ異なる有害な刺激に反応する。こうした刺激を察知すると、脊髄に電気信号を送り、ほかのニューロンを介して脳に伝える。脊髄から脳へ向かう上行性の経路を通って大脳皮質のニューロンに達した信号は、そこで処理され、痛みが知覚される。

痛みに気づくと、脳はそれに対処しようとする。脳の神経回路網から脊髄へ向かう下行性の経路に電気信号が送られ、エンドルフィンなど、「内因性オピオイド」と呼ばれる物質が脳から放出される。この作用により、脳へ向かう上行性の痛みの信号が抑えられ、その結果、知覚される痛みが軽減される。

ウルフが1980年代に痛みの研究を始めた当時、上行性と下行性の伝達経路の基本的な仕組みはすでに解明されていた。だが、ウルフは医学生時代に外科病棟で目にした患者の苦しみにショックを受けたと話す。研修中の先輩の外科医は痛みを訴える患者に怒りさえも感じているようだった。「『何かしてあげないんですか?』と聞いても、『手術を受けたばかりだから、しょうがないだろう。そのうち良くなるよ』と言われました」

「医療に従事する人たちは、痛みを軽く扱っていました。安全で効果的な介入ができないことが、その大きな理由です」とウルフは話す。

ウルフはラットを使って痛みの伝達を研究しようと思い立ち、ラットの皮膚に一瞬だけ熱で刺激を与えて、脊髄のニューロンの活動を記録した。この実験では予想外の発見があった。熱刺激を数回加えた箇所が炎症を起こすと、脊髄のニューロンが過敏な状態になり、その周辺の皮膚をなでただけで、ニューロンが発火する(活動電位が生じる)ようになったのだ。

この実験で、皮膚が傷つくと、中枢神経系が過敏になり、末梢神経から入ってくる信号が無害なものでも、脊髄から脳に痛みの信号が送られるようになることがわかった。この現象は「中枢感作」と呼ばれ、その後にほかの研究者たちが人間でも起きることを確認した。

痛みを引き起こす傷がなくても、痛みを感じることがある。それが、ウルフの研究や後続の研究から導き出された驚くべき結論だった。ラットの実験でわかったように、皮膚が傷ついた直後は、痛みの伝達システムが極めて敏感な状態になりうる。さらに、傷が完全に治っても、このシステムが勝手に興奮するか、過敏な状態が持続することもある。神経障害性疼痛、線維筋痛症、過敏性腸症候群などの患者の体内では、こうした現象が起きているのだ。この手の痛みは症状ではなく、それ自体が病気であり、神経系の誤作動で引き起こされる。 ↙

もある。激しいトレーニングで生じた痛みが快感を伴うのもその一例だ。

「脳には、送られてきた信号の処理の仕方をその時々で変える驚くべき能力があります」と英オックスフォード大学の神経科学者アイリーン・トレーシーは言う。

トレーシーは、傷と痛みの謎に包まれた関係を探る研究に精力的に取り組んできた。「この関係は極めて複雑です。いろいろな要因によって悪くもなるし、良くもなり、かなり違ったものにもなりうるのです」

トレーシーらは、ボランティアの被験者の皮膚を針でつつくか、熱刺激を与えるか、唐辛子の辛味成分であるカプサイシン入りのクリームを塗って、それぞれの刺激に対する脳の活動を画像で調べた。その結果、痛みの知覚では、非常に複雑な処理が行われていることがわかった。脳には単一の“痛み中枢”があるわ

「医療に従事する人たちは、痛みを軽く扱っていました。安全で効果的な介入ができないことが、その大きな理由です」

クリフォード・ウルフ（米ボストン小児病院の神経生物学者）

ヒト幹細胞の培養技術が進歩したおかげで、ウルフらは今、侵害受容器を含め、さまざまなタイプのヒトのニューロンを作製できるようになった。彼らはこの技術を使って、どんな条件下でニューロンが病的に興奮しやすくなり、自発的に発火するかを特定しようとしている。

ウルフのチームは、人工培養した侵害受容器を使って、抗がん剤の投与で神経障害性疼痛が引き起こされるメカニズムを調べた。侵害受容器を抗がん剤にさらすと、興奮しやすくなり、変質し始める。このことは、抗がん剤を投与された患者の4割が末梢神経障害を発症する一因と考えられる。

一方で、脳が痛みをどう知覚するかは、痛みの信号だけでなく、ほかの要因にも左右されることがわかってきた。痛みはさまざまな要因がからむ主観的な現象で、痛みの信号が痛みの感覚に変換される過程には、その人の感情の状態も影響を及ぼしうる。さらに、痛みが生じた状況によって、痛みの感じ方が変わること

けではなく、感情や認知や記憶、意思決定に関わる領域も含め、さまざまな領域が痛み刺激に反応する。

さらに、同じ刺激がいつも同じ活動パターンを引き起こすわけではないこともわかった。同じような傷を負っても、痛みの感じ方は状況しだいで変わりうるのだ。

トレーシーらの実験で、恐怖、不安、悲哀が痛みを悪化させうることもわかった。健康な学生を被験者にした実験では、ロシアの作曲家プロコフィエフの陰鬱な楽曲『モンゴルのくびきに苦しむルーシ』を2倍遅いスロー再生で聴かせ、「私の人生は失敗だった」といった暗い文章を読ませながら、事前にカプサイシンをこすりつけておいた左の前腕に熱刺激を与えた。次に、明るい音楽を聞かせ、「サクランボは果物です」など、当たり障りのない文章を読ませながら、同じ刺激を与えてみた。すると、学生たちは悲しい気分のときに痛みを「より不快に」感じたと答えた。

（42ページへ続く）

脳はこうして痛みと闘う

痛みは体を守る役目を果たす。体が危険にさらされ、対処が必要なことを脳に知らせるのだ。
医薬品で脳に伝わる信号を抑えれば痛みを緩和できるが、体にもともと備わった機能を活用して、
副作用を最小限に抑えながら、痛みを抑える研究も進んでいる。

脳に信号を送る

急性の痛みは、すでに受けたか、受ける可能性がある体の損傷に、脳の注意を向ける。体が即座に対応をとるよう、脊髄から脳へ向かう上行性の経路に信号が送られる。

神経の構造

ニューロン（神経細胞）の細胞体から束になって延びた軸索は、種類によって異なる感覚を電気信号として伝える。

1 痛みを察知する

侵害受容器と呼ばれるニューロンが、外からの刺激に反応する。

2 痛みを伝える

侵害受容器で生じた電気信号は、軸索を通って脊髄に伝わる。

神経束

軸索

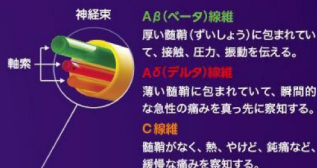
Aβ（ベータ）線維

厚い髄鞘（ずいしょう）に包まれていて、接触、圧力、振動を伝える。

Aδ（デルタ）線維

薄い髄鞘に包まれていて、瞬間的な急性の痛みを真っ先に察知する。

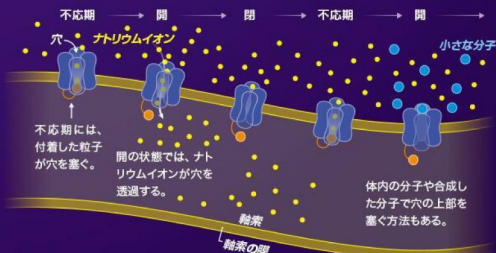
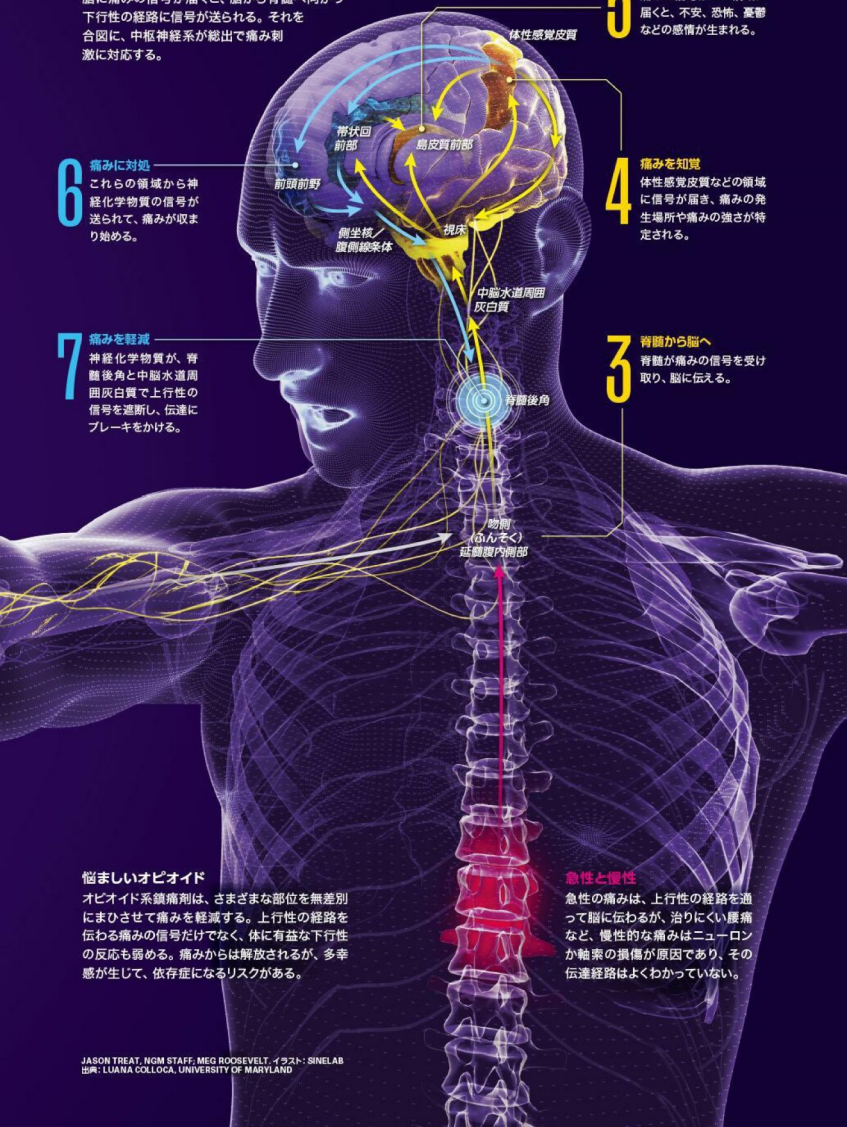
C線維

髄鞘がなく、熱、やけど、鈍痛など、緩慢な痛みを察知する。

侵害受容器

末梢の
感覚神経

痛みのゲート

ナトリウムイオンチャネルのNav1.7など、「痛みのゲート」は何種類かある。ナトリウムイオンが軸索に入ると、痛みが生じる。薬や遺伝子操作で分子を放出して穴を塞ぐことで、患者に応じた痛みの治療ができる可能性がある。

ニューロンで活動電位が生じると、その表面で電気に反応する穴（イオンチャネル）が「不応期」から「開」、そして「閉」を経て、再び「不応期」へと、三つの状態を繰り返す。

脳の反応
脳に痛みの信号が届くと、脳から脊髄へ向かう下行性の経路に信号が送られる。それを合図に、中枢神経系が総出で痛み刺激に対応する。
5
感情的な反応
痛みの信号がこの領域に届くと、不安、恐怖、憂鬱などの感情が生まれる。
体性感覚皮質
帯状回前部
島皮質前部
前頭前野
6
痛みに対処
これらの領域から神経化学物質の信号が送られて、痛みが収まり始める。
4
痛みを知覚
体性感覚皮質などの領域に信号が届き、痛みの発生場所や痛みの強さが特定される。
側坐核／腹側線条体
視床
中脳水道周囲灰白質
7
痛みを軽減
神経化学物質が、脊髄後角と中脳水道周囲灰白質で上行性の信号を遮断し、伝達にブレーキをかける。
3
脊髄から脳へ
脊髄が痛みの信号を受け取り、脳に伝える。
脊髄後角
吻側（ふんそく）延髄腹内側部
悩ましいオピオイド
オピオイド系鎮痛剤は、さまざまな部位を無差別にまひさせて痛みを軽減する。上行性の経路を伝わる痛みの信号だけでなく、体に有益な下行性の反応も弱める。痛みからは解放されるが、多幸感が生じて、依存症になるリスクがある。
急性と慢性
急性の痛みは、上行性の経路を通って脳に伝わるが、治りにくい腰痛など、慢性的な痛みはニューロンか軸索の損傷が原因であり、その伝達経路はよくわかっていない。
JASON TREAT, NGM STAFF; MEG ROOSEVELT. イラスト: SINELAB
出典: LUANA COLLOCA, UNIVERSITY OF MARYLAND

医師と患者の信頼関係が、患者の感じる痛みの強さを左右することがあるが、「理由はわかっていない」とナパドウは言う。この現象を調べるために、ナパドウは、鍼療法士と患者の脳の活動を、別々の機能的磁気共鳴画像装置（fMRI）で同時に記録した。患者は痛みの治療を受ける間、映像（左の画面）を見ながら鍼療法士とやり取りできる。鍼療法士は患者の脚に設置された電子鍼治療器を遠隔操作して、治療を行う。右の画面には、患者の脳の活動を示すfMRI画像が映っている。

ROBERT CLARK

顎関節の痛みに苦しんでいるハンナ・ルバンが、VRのヘッドセットを装着し、クラゲが遊泳する幻想的な水中映像を見る。実験室の壁に投影されているのがその映像だ。米メリーランド大学で痛みを研究するルアナ・コロカ（右）は、患者を楽しませるVRには鎮痛効果があることを確かめた。「VRには、痛みに対する体の反応を調節し、気分を改善し、不安を減らす特有の効果があります」

MARK THIESSEN

悲しい気分のときの脳画像と、そうでないときの脳画像を比較すると、悲哀が影響を及ぼすのは感情の制御に関わる領域だけでなく、ほかの領域の活動も高まることがわかった。この結果から、悲哀は生理的な作用で痛みを強めると考えられる。「被験者を不安にさせたり、脅したり、怖がらせたりする実験も行い、それによって痛みの信号の処理が増幅されることがわかりました」とトレーシーは言う。

痛みを感じない人、感じすぎる人

英国スコットランドに住んでいる66歳の女性、ジョー・キャメロンは、手の関節炎で手術を受けた後、痛みを抑えるには強い鎮痛剤が必要だと麻酔科医に助言されて、こう言ってのけた。「いくら賭けてもいいけれど、私には鎮痛剤は要りませんよ」

麻酔科医は経験上、術後の痛みが耐えがたいことを知っていたが、手術を受けたキャメロンの様子を見にきて目を疑った。効き目の穏やかな鎮痛剤を処方しておいたにもかかわらず、それさえも服用していなかったのだ。

キャメロンはにっこり笑って言った。「だから言ったでしょう？ 必要ないって」

彼女は子どもの頃から気づかないうちに傷を負っていて、びっくりすることがよくあった。長じて2人の子どもを産んだが、陣痛とも、分娩時の痛みとも無縁だった。

「痛みがどういうものか、わからないんです。人が痛がっているのはわかりますよ。顔をしかめて、とてもつらそうですよね、でも、私にはそんな感覚はありません」

キャメロンのように身体的な痛みをまったく感じない無痛症の人はごくまれにいて、研究者たちはこうしたケースを手がかりに、痛みの遺伝的なメカニズムを探ろうとしている。英ユニバーシティ・カレッジ・ロンドンの遺伝学者、ジェームズ・コックス率いるチームがキャメロンのDNAを調べると、*FAAH*と*FAAH-OUT*という隣り合った二つの遺伝子に2カ所の変異が見つかった。遺伝子の変異によって、痛みを抑える神経伝達物質アナンダミドの分解が阻害されていると、コックスらは結論づけた。キャメロンの体内ではアナンダミドが過剰に放出され、痛みを感じなくなっているのだ。

コックスは英ケンブリッジ大学の博士研究員だった2000年代半ばから、キャメロンのような事例を調べてきた。当時の指導教官ジェフリー・ウッズが、パキスタンの10歳の少年のことを知ったのがきっかけだ。その子は赤々と燃える炭の上をはだしで歩いたり、腕に短剣を突き刺したりする路上パフォーマンスで稼いでいた。コックスらが、その子と同じ家系の無痛症の子ども6人のDNAサンプルを入手して分析した結果、6人とも痛みの信号伝達に関わる*SCN9A*遺伝子に変異があった。

*SCN9A*遺伝子は、侵害受容器から脊髄へ痛みの信号を伝達するうえで欠かせないタンパク質の合成に関わっている。そのタンパク質は、侵害受容器の表面にあって、細胞内にナトリウムイオンを透過させる「イオンチャネル」の役目を果たす。Nav1.7と呼ばれるそのチャネルにナトリウムイオンが流入すると、痛みの電気信号が発生する。信号は侵害受容器の細胞体から細長く延びる軸索の内部を伝わり、脊髄のニューロンに受け渡される。

パキスタンの子どもたちは、*SCN9A*遺伝子に変異があるため、Nav1.7チャネルのタンパク質が正常に合成されず、ナトリウムイオンが侵害受容器の内部に流入しない。そのため侵害受容器は痛みの信号を出せず、舌をかんだり、やけどをしたりしても、痛みを感じないのだ。「この非常に珍しい一族の研究の成果は、（無痛症を引き起こす）単一の遺伝子変異を特定できたことです。これで鎮痛剤開発の研究対象を絞り込めました。しかもそれは、言ってみれば人体での有効性が実証されているんです」とコックスは言う。

*SCN9A*遺伝子の変異は、先天性肢端紅痛症（したんこうつうしょう）という、まれな疾患とも関連がある。この病気の症状は無痛症とは正反対で、手足や顔に焼けつくような痛みを感じる。体が温まったり、ちょっと汗を流す活動をしたりしただけで、まるで手を炎にかざしたように、耐えがたい熱さと痛みに襲われるのだ。

米国ワシントン州タコマ在住の53歳の臨床

心理士、パメラ・コスタはこの病気の患者で、「逃れられない」痛みに苦しんでいる。体が温まらないよう、オフィスの温度は16℃に保つ。寝るときには、ベッドの周りで4台の扇風機を回し、エアコンをフル稼働させないと眠れないほどだ。皮肉なことに、いつも焼けつくような痛みを感じているために、無痛症の人たちと同様、熱いものに触っても気づきにくい。そのせいでコスタは1年ほど前、アイロンをかけているときに腕にやけどをした。

「いつも感じているのと同じ痛みだったので」気づかなかったと、コスタは話す。

米エール大学医学大学院の神経学者、スティーブン・ワックスマンは、コスタをはじめ紅痛症の患者を調べてきた。先行研究で、この疾患の患者は*SCN9A*遺伝子に変異をもつと報告されていたが、ワックスマンらの分析でもそれが裏づけられた。同じ*SCN9A*遺伝子の変異でも、紅痛症の患者の変異は、パキスタンの無痛症の子どもたちとは正反対の効果をもたらす。Nav1.7チャネルが異常に開きやすくなり、有害な刺激がなくても、ナトリウムイオンが侵害受容器にどっと流入するのだ。

ワックスマンらは人工培養したニューロンを使った実験で、*SCN9A*遺伝子の変異が紅痛症を引き起こす、このメカニズムを実証した。「痛み信号を出すニューロンの表面にこのチャネルを作って、異常に強い警報を出させることに成功しました」とワックスマンは説明する。ナトリウムイオンがどんどん流入し続け、侵害受容器が異常に興奮した状態になる、ということだ。紅痛症の患者では、こうした欠陥により、侵害受容器が脳に痛みのメッセージを大量に送り続けていると考えられる。

このようにNav1.7チャネルの開閉で、侵害受容器の痛み信号の流れを制御できることがわかり、オピオイドに代わる依存性のない鎮痛剤の開発を目指す研究者たちにとって、このチャネルは有望な研究対象となった。オピオイドは、ニューロンの表面にある「μ(ミュー)オピオイド受容体」と呼ばれるタンパク質と結合し、細胞内のさまざまなタンパク質に影響を及ぼす。細胞内のタンパク質には痛みの抑制を助けるものもあるが、この受容体はほかのタンパク質にも働きかけるため、痛みの抑制にとどまらず、快感を生む。やがて体はオピオイドに対して耐性をもつようになる。少量では快感が得られなくなり、どんどん量を増やすようになって、依存症に陥るのだ。

Nav1.7は侵害受容器にしか存在しないため、このチャネルだけを遮断する薬は効果的な鎮痛剤になりそうだ。リドカインなど既存の局所麻酔薬は、体内にある9種類のナトリウムイオンチャネルを無差別に遮断してしまう。そのなかには脳の多くの機能に欠かせないチャネルもあるため、医師はこうした薬の使用を、手術などで一時的に患者の感覚をまひさせる場合に限定せざるをえない。製薬会社はほかのチャネルの働きを妨げずに、Nav1.7だけを遮断する化合物を探しているが、今のところ見つかっていない。

研究が進めば、より良い薬が開発されるだろうと、ワックスマンは楽観している。「依存性がなく、効果が高い、新しいタイプの鎮痛剤が生まれるでしょう。それがいつになるかは、まだ予想できませんが」

「痛みがどういうものか、わからないんです。人が痛がっているのはわかりますよ。顔をしかめて、とてもつらそうですよね、でも、私にはそんな感覚はありません」

ジョー・キャメロン（先天性無痛症の英国人女性）

感情で変わる痛み

新薬探しが続く一方で、脳に備わった機能を活用して、痛みを抑え、痛みに伴う生活上の困難を改善する方法を探る研究も進んでいる。脳のそうした機能には目を見張るものがある。

一例として、肩の痛みを訴える患者300人余りを対象にした近年の英国の研究を見てみよう。この患者たちの痛みの原因は、骨の一部が棘(とげ)のように突き出した「骨棘(こつきょく)」とみられる。

この種の痛みを和らげるためには、手術で骨棘を切除することが多い。研究チームは患者たちを無作為に3群に分けた。第1群には切除手術を実施し、第2群には手術をしたと思い込ませて、切除しなかった。第3群には3カ月後に再来院し、専門医の診察を受けるように指示した。その結果、第1群と第2群の患者は、同程度の割合で肩の痛みが軽減されたと報告した。

「患者が感じた痛みの軽減は、プラセボ効果によるものだったのです」と、この研究の論文を執筆した一人であるオックスフォード大学のトレーシーは言う。

もっともトレーシーに言わせれば、たとえそうだとしても、この研究結果の重要性に変わりはない。プラセボ効果の威力が示されたからだ。

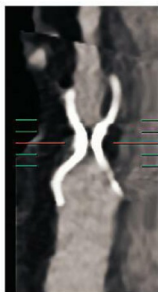
ほかの複数の研究で、痛みが軽減されるという患者の期待感が、実際に痛みを和らげる仕組みも解明されている。期待をもつことで、脳から脊髄へ下る痛みの伝達経路が活性化され、脳内で合成されたオピオイドが放出されて、末梢神経から送られてくる痛みの信号が妨げられるとみられている。

「ただの自己暗示ではありません。プラセボ効果のメカニズムが、脳にあるこの非常に強力なシステムを乗っ取るのです」とトレーシーは言う。

痛みがあるときは、ただ痛いと感じるだけではない。不快感、恐怖、不安といった感情も痛みに付いて回る。米クリーブランド・クリニックの神経外科医、アンドレ・マチャド率いる研究チームが実施した臨床試験は、痛みに伴うこうした感情的な要素を標的にして、脳深部刺激療法（DBS）を試みるものだった。研究チームは、脳卒中の発作後に慢性的な神経障害性疼痛に苦しむようになった10人の患者に手術を行い、感情の処理に関わる脳の領域に、微小な電極を埋め込んだ。電極は、患者の胸部に挿入された電子機器に接続されていて、脳の感情処理領域に1秒間に200回近く微弱な電気刺激を与える。

「何人かの患者で、生活の質や幸福感、自立レベルの改善が見られました。ただし、痛みは変わらないのですが」とマチャドは言う。

イスラエルのテルアビブのプールでひと泳ぎした76歳のペサク・フェルドマン。狭心症の手術後も心臓の血流が悪く、胸の痛みに苦しんだ。そこで循環器専門医のシュムエル・バナイが開発した治療法を試した。心臓の大きな静脈である冠状静脈洞に、「リデューサー」という網目状のステンレスと風船が付いたカテーテル（上）を挿入し、ふくらませる。これで心臓から出る血流が抑えられ、栄養が十分に行き届かなかった心筋に血液が流れ込んだ。おかげで「以前の生活を取り戻した」とフェルドマンは話す。

右：DAVID GUTTENFELDER
上：LIOR ZUR, TEL AVIV SOURASKY MEDICAL CENTER
下：SHMUEL BANAI, TEL AVIV SOURASKY MEDICAL CENTER

たとえば、最高がレベル10として、自分の痛みはレベル9だと評価していた患者は、手術後も痛みのレベルは変わらないが、いろいろな活動ができるようになったと報告した。被験者の一人、リンダ・グラブは、治療の前と後では大違いだと話した。脳卒中後の痛みにさいなまれ、家のソファに座ったまま日々を過ごしていたが、「いろんな場所に出かけるようになった」という。「その意味では世界が変わったようなもの。とても元気になって、私の生活はがらりと変わったわ」

DBSは患者に恩恵をもたらすとみてよさそうだが、なぜそんな効果があるのか。マチャドらが慢性疼痛の患者だけでなく、健康な被験者も対象に、その後に行った実験で、この謎を解く手がかりが得られた。

実験では、被験者の腕に二つの装置を固定

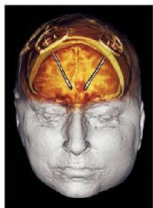
し、スクリーンを見るよう指示した。装置の一つは皮膚に熱刺激を与え、もう一つは無害な振動を伝えるだけだ。スクリーンに表示される合図で、どちらの刺激が与えられるか、またはどちらも与えられないか、被験者には事前にわかるようになっている。この状態で、脳の電気的な活動を記録した。

マチャドらは、熱刺激が与えられるとき、ただの振動のとき、何もないときの被験者の脳の活動を比べた。すると、慢性疼痛の患者では、痛みを伴う熱刺激でも、無害な振動でも、刺激されるとわかっているときは、同じような活動パターンが見られた。一方、健康な被験者は、熱刺激を与えられるときだけ、特定の領域が活性化した。慢性疼痛の患者も、DBS治療を受けながら実験を繰り返すと、しだいに健康な被験者に近いパターンを示すようになった。

慢性疼痛の患者の脳は、絶えず襲ってくる痛みに条件付けされた状態になり、あらゆる刺激が痛みを伴うかのように反応してしまう。そのために患者は苦しむのではないかと、マチャドらは考察した。

DBS治療を受けたことによって、慢性疼痛の患者の脳で正常な反応がある程度よみがえり、「痛みを伴う刺激と、そうでない刺激を再び識別できるようになったのでしょう」とマチャドは言う。「生活に支障をきたさないためには、そうした能力が必要です」

VRの効果

仮想現実（VR）も痛みの軽減に役立つかもしれない。米メリーランド大学の神経科学者、ルアナ・コロカの研究室を訪ね、その威力を実際に体験してみた。

米国オハイオ州のビール醸造所で行われた徒競走に出場し、15メートルほどを完走するリンダ・グラブ。脳卒中の発作後に慢性疼痛に苦しみ、家にこもりきりになっていた彼女は、クリーブランド・クリニックの神経外科医、アンドレ・マチャドの臨床試験に参加し、脳深部刺激療法(DBS)の治療を受けた。痛みは消えないが、とても活動的になったと話す。「縄跳びまでは無理だけど、いろんな場所に出かけるようになったわ」。治療では、2本の微小な電極を脳に埋め込み(上)、痛みの感情的な要素に関わる領域に微弱な電気刺激を与えた。

右: DAVID GUTTENFELDER
上: STEPHEN JONES, CLEVELAND CLINIC, COMPOSITE OF CT AND MRI SCANS

113

リクライニングチェアにゆったりと身を委ねると、助手が左の前腕に小さな箱を固定した。マチャドらの実験で使われたのと同じような装置で、コンピューター制御で温度を上げ下げし、熱刺激を与えたり、止めたりできる。右手にはボタンの付いたコントローラーを持たされ、熱刺激を止めたいときは、ボタンを押せばいいと教えられた。

最初の数回は、装置が温まった段階でボタンを押すよう指示された。次の数回は、ちょっと熱すぎると感じた段階で押すように言われ、最後の数回では、できるだけ我慢して、いよいよ耐えられなくなったら押すようにと言われた。

次にVRゴーグルを装着して、さっきと同じ一連の実験を繰り返した。VRの世界では、私は心安らぐ音楽を聴きながら、海中散歩を楽しみ、色とりどりの魚や虹色に輝く大きなクラゲに目を奪われていた。時々、装置の熱さを感じて現実に引き戻される。

実験終了後に、毎回どのくらいの温度に耐えていたか、コロカが記録を見せてくれた。VRゴーグルを装着したときには、「温かい」「熱い」「耐えがたい」と感じた3段階のすべてで、装着しないときより温度が高かった。特に「耐えがたい」と感じた温度は1.5℃も上がり、47.7℃に達していた。コロカによれば、これは「とても大きな差」だ。

「心安らぐ音楽を聴きながら、VRの世界に入り込んでいたときは、はるかに強い痛みに耐えられたのです」と彼女は話す。

VRにはなぜ、痛みに対する耐性を高める効果があるのか、まだ明確にはわかっていない。一説では、痛みから注意をそらすからだといわれている。痛みの信号伝達と痛みの知覚に関わる神経回路網がVRから受ける刺激の処理に使われる、というのだ。一方で、感情を調節し、気分を変えることで痛みが軽減されるという説もある。

コロカの実験で、VRによる娯楽が患者をリラックスさせ、不安を減らし、痛みの軽減に重要な役割を果たすことがわかった。メカニズムはどうあれ、すでにVRは重度のやけどなど、急性の痛みを和らげるために臨床で用いられている。コロカは慢性的な痛みにも、この手法が役立ちそうだと考えている。

入浴前、父親のダニエル・ボルツにキスをされる生後8カ月の女の子、ペイトン。母親が妊娠中にヘロインを使ったため、生後すぐに新生児薬物離脱症候群と診断され、ペンシルベニア州立小児病院の新生児集中治療室で2カ月間、薬物の影響を断ち切る治療を受けた。長期的な影響に関する研究はまだ少ないが、胎内でヘロインなどのオピオイドにさらされた赤ちゃんは、健康な新生児に比べて痛みを感じやすく、認知、行動、発達上の障害を抱える懸念もある。
DAVID GUTTENFELDER

苦しみを共有する

冒頭で紹介したノリスは数年前に患者団体の結成に関わり、今でも毎月グループの集いを主宰している。目的は、集団療法を気軽に受けてもらうこと。思考や感情が痛みの感じ方を変えることが近年の研究でわかってきたので、その知見を活用しようというのだ。

最近、ロサンゼルスの教会で開かれた集いに参加してみた。ノリスは集まってきた患者に私を紹介してくれた。男性5人、女性5人が集まり、椅子を円形に並べて座った。

最初に口を開いたのは、ブライアンと名乗る男性だ。診断のつかない強い腹痛に苦しんでいるが、柔術の教室に通うことで少し気が紛れ

ているという。「痛みを忘れるために、別の痛みを求めるなんて、情けない話ですがね」。そう言って、ブライアンは笑った。「私はここにいる皆さんのことをしょっちゅう考えます。そうすると、気持ちが楽になります」

たとえ以前に聞いた話でも、誰かが話すときは、親身になって耳を傾ける――メンバーの間には、そんな暗黙の約束事があるようだった。「私は今日、自殺防止のホットラインに電話したわ」。ジェーンという名の女性がそう打ち明けた。「友達にはさんざん愚痴を言ってきたので、もう電話しちゃいけないと思ったから」

ノリスは、彼女をはじめメンバー全員に、つらくなったらいつでも自分に電話してほしい、と話した。「時には、ただ叫びたくなることだってあるでしょう」。他人に助けを求めるのは気が引けると発言していたもう一人の女性の方を見て、ノリスはこう付け加えた。「遠慮せずに、思い切り叫んでください」

会合が終わった後、ノリスに聞いてみた。毎月集会を開くのは大変だろうが、何があなたを突き動かしているのか、と。「私の体験はほかの人たちにも役立つことが多いのでね」。そう答えてから、自分もこの集まりに救われていると打ち明けた。「私もまだ社会の一員として、ささやかな貢献ができる。そう気づかせてくれるのです。それに、慢性の痛みと向き合っているのは自分だけではないことにもね」□

筆者ユディジット・バタチャルジー（Yudhijit Bhattacharjee）は2018年2月号「善と悪の科学」などを担当。写真家の**デビッド・グッテンフェルダー**（David Guttenfelder）、**ロバート・クラーク**（Robert Clark）、**ロビン・ハモンド**（Robin Hammond）、**クレイグ・カトラー**（Craig Cutler）はフリーランス、**マーク・ティッセン**（Mark Thiessen）は英語版編集部所属。

左
交通事故後に処方された鎮痛剤がきっかけで依存症になったフェルナンド・イリザリ（左）。私はケンジントン通りで2日間、彼と過ごした。腕は針の痕だらけで注射を打てないので、知人に頼んで首に打ってもらっている。中身は路上でかき集めた薬物の残りかすだ。路上では、依存症者同士が助け合う姿をよく見かける。過剰摂取で死にそうな仲間に、応急措置として麻薬拮抗薬ナロキソンの鼻スプレーを投与することもある。

右
私も過剰摂取の女性を発見した。彼女は意識を失い、血の気が引いていた。警備員の通報で救急隊が駆けつけ、処置を受けて息を吹き返した。

「これだけは知っておいてくれ」。ある男性からこんな助言を受けた。「この通りにいる誰も、自分がこんなふうになるとは思っていなかったんだ」。訪れたのは、ペンシルベニア州フィラデルフィアのケンジントン通り。高架鉄道の下を走る薄暗い大通りだ。それは、オピオイド禍が広がる米国のどこにでもありそうな通りだった。

フィラデルフィアでは、2018年に薬物の過剰摂取で1116人が亡くなった。5年前と比べると死者は倍以上で、その8割はオピオイドがらみだ。

ケンジントン通りには何百人もの路上生活者がいる。彼らの多くはやせこけ、衰弱し、無数の注射針の痕が痛々しい。薬の効果が切れると、苦しさから逃れようと躍起になり、腕やくるぶし、首など、所構わず注射針を突き刺す。

ここで路上生活をしている一人、フェルナンド・イリザリは33歳。小柄で細身、黒いひげが特徴で、親切な男だ。薬物の混合に使われたボトルの蓋が落ちていないか、いつも探し回っている。蓋に残った薬物のかすをかき集めて注射するためだ。

2005年9月11日、イリザリはオートバイを運転中、車に追突した。何カ月もリハビリを受け、オピオイド系の鎮痛剤パーコセットを処方されて退院。だが、かかりつけの医師が亡くなると、新しい医師はこの薬の処方を拒んだ。やむなく町で密売人から買おうとして、パーコセットは2回分で10ドル（約1100円）だと知った。しかし、もっと強いヘロインは1回分で5ドル（約550円）だという。「俺はそっちを選んじまったんだ」

取材を始めた当初は、あまりの惨状に腰が引けた。だが、思い切って声をかけると、彼らはもともと普通の人たちだったとわかった。大学時代や仕事のこと、家族、将来の抱負も話してくれた。ダンサーだったという若い女性はブーツを脱ぐと、やせこけた脚で爪先立ちして、バレエの回転を見せてくれた。慢性疾患に耐えようとした、あるいは事故の後遺症から立ち直ろうとしただけで、根本では私たちと変わらない。

取材を始めた当初は、あまりの惨状に腰が引
だが、思い切って声をかけると、
彼らはもともと普通の人たちだったとわかっ

薬物の魔の手に

痛みから逃れるため、
多くの米国人が
オピオイド系鎮痛剤に
依存し始め、
やがてヘロインなど、
強い薬物にも
手を出すようになった。
これは、全米を揺るがす
深刻な危機だ。
フィラデルフィアの
ケンジントン通りで

捕らわれた人々の
悲惨な現実を
目の当たりにした。

文・写真＝デビッド・グッテンフェルダー

引けた。

った。

左から時計回り

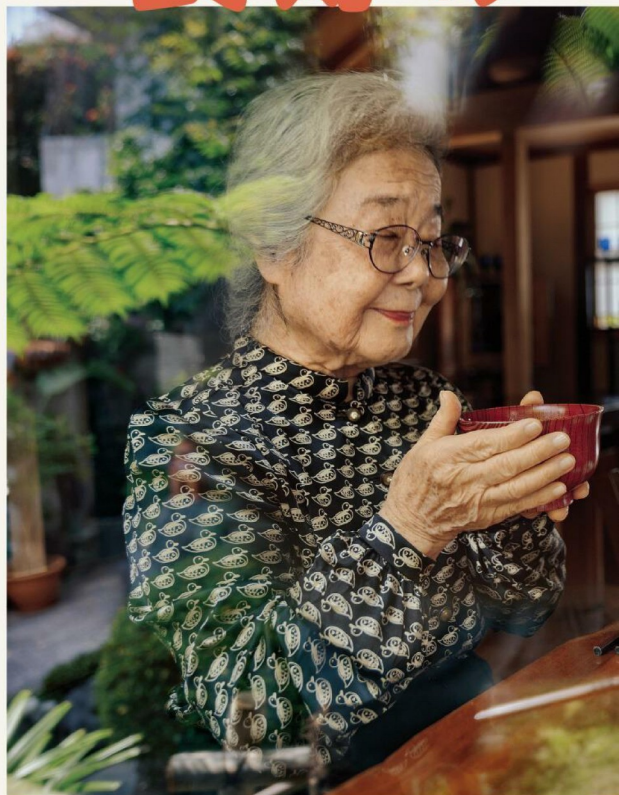
この女性には路上生活について聞き、昔の写真を見せてもらった。鏡の破片をのぞき込んでマスカラを塗るそのしぐさに、かつての姿が垣間見えた。

この若い男性は18歳前後でパーコセットを使い始め、その後ヘロインに手を出したという。薬代欲しさに盗みを働き、刑務所に入ったこともある。母親は近くに住んでいるが、薬を断たないと家には戻れないと言って、彼は泣いた。「こんな姿を見せたくないよ」

高架鉄道の下を走るケンジントン通りは、フィラデルフィアのなかでも貧しい地区を貫き、写真のようなうら寂しい横道と何本も交差している。

多くの慈善団体が、依存症者に支援の手を差し伸べている。この日は、キリスト教団体がホームレスに食事を提供した後、円陣を組んで神に祈った。

長寿の

沖縄
91歳の島袋芳子が朝食の味噌汁を飲む。沖縄第一ホテルを創業した彼女は、娘の渡辺克江と一緒に、地元食材をふんだんに使った、野菜中心の朝食を提供している。
DAVID MCLAIN

食卓を

全粒穀物と葉野菜、
ナッツに豆を中心とした
昔ながらの食生活を
送れば、病気に
かかりにくく、
健康でいられそうだ。

文＝
ダン・ビュートナー
エクスプローラー

めぐる旅

界各地の長生きの人たちをテーマに、ダン・ビュートナーが特集「長寿の極意」を寄稿したのが2005年11月号。それから14年以上がたつが、ビュートナーは現在も、「ブルーゾーン」と呼ばれる健康な高齢者が多い地域に住む100歳以上の長寿者、いわゆる「百寿者」の健康の秘訣を追い続けている。そして最近、4カ所のブルーゾーンを再び訪れ、健康長寿を支える食べ物について、さらに詳しく調べた。その地域で食べられてきた伝統的な料理のレシピに、長寿を支える秘密があったのか?

100歳を超える男性の
人口密度が
世界で最も高い地域。

イタリア サルデーニャ島

サルデーニャ島の食卓に欠かせないサワー種(だね)のパンを食べると、精白パンを食べた場合より、糖質がゆっくりと血流に吸収される。

土鍋に入ったスープを力強くかき混ぜながら、99歳のアスンタ・ポッダはにっこり笑って、「ミネストローネよ」と言った。

鍋をのぞき込むと、豆、ニンジン、タマネギ、ニンニク、トマト、フェンネル、コールラビ(キャベツの仲間)、ハーブなどが黄金色のオリーブオイルと混ざり合っている。テーブルには、サワー種で作った酸味のあるパン、庭から摘んできた葉野菜、赤ワインが並び、窓から夕日が差し込んでいる。何世紀も前から変わらない食卓の風景だ。

「座って」と促され、私はポッダの家族と、この地域を研究している疫学者のジャンニ・ペスとともに食卓に着いた。ポッダは、99歳とは思えないしっかりした手つきで、一同のグラスにワインを注ぎ、熱々のスープをよそった。

「さあ、どうぞ」

私たちが訪れたのは、サルデーニャ島のジェンナルジェントゥ山地の東側斜面に位置する、ヌーオロ県のアルツァ

地図:NGM MAPS. イラスト:MANUEL CANALES

ナ村だ。ここは、100歳以上の男性の人口密度が世界で最も高い。第2次世界大戦以降、この村では38人の村人が100歳を迎えた。100人に1人の割合だ。

ペスは、1990年代後半にその事実を知ってから、300人以上の百寿者に会い、丁寧な聞き取り調査をしてきた。その結果、この地域の長寿を支えている主な要因は、坂の多い地形、強い家族愛、高齢者への敬意、女性が家庭のストレスの大半を引き受ける母系文化であること、そして簡素で伝統的な食事だという結論に達した。また、百寿者の連れ合いは、百寿者の兄弟姉妹よりも長生きする傾向があることもわかった。つまり遺伝子よりも、食生活や生活習慣の影響が大きい、とペスは考えている。

ペスは、スプーンいっぱいにミネストローネをすくって口に運んだ。「うまい（デリシオッソ）!」と感嘆の声を上げ、ポッダを称賛のまなざしで見た。彼女は恥ずかしそうに肩をすくめた。

ミネストローネには、必須アミノ酸、数々のビタミン、多様な食物繊維が含まれている。ペスによると、百寿者の消化器官には、食物繊維を通常よりも高いレベルの奇数鎖脂肪酸に変える細菌が多くいるそうだ。これらの飽和脂肪酸は、心臓疾患リスクの低下に関係があるとされるほか、がんを防ぐのに役立っている可能性もあるという。

ペスと私は、セウロという別の長寿村で、100年前から続く、住民が共同で運営するパン屋を見学した。そこでは、この地方の食事には欠かせない独特なパンが焼かれている。責任者のレジーナ・ボイは80代の小柄な女性で、10人ほどの女性スタッフの間を元気よく飛び回って、パン作りを仕切っていた。

そのパン生地には、ボイ家に代々伝わってきた発酵用のサワー種が使われている。それは、泡の浮いたどろどろした液体で、酵母とこの土地固有の乳酸菌が含まれている。その酵母と乳酸菌から二酸化炭素が発生して、パンが膨らむ。また、乳酸菌には糖質を分解して乳酸を作る働きもある。この乳酸がパンに独特の酸味を与えるが、ペスによれば、それ以上に大切なことがあるという。

イタリア サルデーニャ島

フランカ・ピラス（右）が、近所のアンジェラ・ロイとマリサ・ストチーノ、娘のミケラ・デムーロと孫のニーナと一緒に、
クルルジョネスという郷土料理を作る。ジャガイモ、ペコリーノチーズ、ミントをパスタ生地で包んだものだ。
ANDREA FRAZZETTA

サワー種で作ったパンを食べると、一般的な精白パンを食べたときに比べて、糖質が血流に吸収される速度が25%もゆっくりになるのだ。

ポッダ家での夕食が終わりに近づくと、ペスがグラスを掲げ、サルデーニャ島特有の乾杯の音頭を取った。「皆さんが100歳まで生きられますように！」

「あなたも長生きされますように！」ポッダの家族もにぎやかに乾杯を返した。少し遅れて、ポッダも同じ言葉を優しく繰り返した。実は、この夕食会からしばらくして、ポッダはめでたく100歳の誕生日を迎えた。

南北米大陸で
成人の平均余命が、
最も長い地域。

コスタリカ ニコヤ半島

パイナップルやパパイアなどの果物が自宅の庭で簡単に手に入るため、年間を通じて、植物を中心とした食生活を送ることができる。

百寿者の研究を始めた頃、ジャンニ・ペスは地図上で長寿者が住む地域に青い印を付けていき、サルデーニャ島のヌーオロ県に印が集中していたので、そこを「ブルーゾーン」と呼ぶようになった。私は長寿者の多い地域を探して世界各地を訪ねていたときにペスと知り合い、自分が見つけた長寿の地域（コスタリカのニコヤ半島、ギリシャのイカリア島、日本の沖縄、米国カリフォルニア州南部にあるセブンスデー・アドベンチスト信者のコミュニティー）にも、ブルーゾーンという言葉を使わせてもらうようになった。

私は各地域で食生活を調査し、過去100年にわたって食べられてきた食品のリストを作った。20世紀後半まで、こうした地域の食生活はほとんどが、最小限しか加工されていない植物性の食品――主に全粒穀物、葉野菜、ナッツ、イモなどの塊茎類、豆類――だけで構成されていた。肉を食べるのは平均で月に5回。飲み物は主に水、ハーブティー、コーヒー、少量のワインだった。牛乳をほとんど、またはまったく飲んでいなかったし、甘い炭酸飲料にも縁がなかった。グローバル化に伴い、加工食品や動物性食品、ファストフードが、伝統的な食生活にとって代わりつつある。

私は伝統的な食生活が健在なコスタリカのニコヤ地方

を訪ね、世界で最も健康的かもしれない朝食と出合った。
夜明けとともに、マリア・エレナ・ジメネス・ロハスはサンタクルス市にあるトルティーヤ専門店で、12人ほどの女性と一緒に土造りのかまどに薪をくべ、大きな釜をかけて、スパイスを利かせた豆を炊き始める。ロハスは、トウモロコシで作った生地をゴルフボール大につまみ取っては、慣れた手つきでくるくると転がし、円形に薄く伸ばしていく。それを、熱した素焼きの板にぺたんとたたきつける。生地はパンケーキのように膨らんだかと思うとぺしゃんこになって、あっという間にトルティーヤが焼き上がった。
3人の女性が、豆の大釜にタマネギ、赤唐辛子、ハーブを加えて混ぜた。豆が軟らかくなったところに、炊いた米、炒めたピーマン、タマネギ、ニンニクを加えると、中米の伝統料理「ガジョ・ピント」が完成する。客たちはトルティーヤにガジョ・ピントをたっぷりと載せ、チレロという辛いソースをかけてかぶりつき、ブラックコーヒーで流し込む。この味も栄養も満点な朝食には、数千年の知恵が詰まっている。
コスタリカのブルーゾーンは、ニコヤ半島の内陸部に位置する全長50キロほどの細長い地域だ。土地の大半は乾燥した牧草地や森林で、住民たちはトウモロコシと豆を中心とした食生活を、熱帯の果物や庭で育てた野菜で補い、たまに野生の動物や魚を捕って食べてきた。この地方の成人の平均余命が南北米大陸で最も長いことや、60歳以上の男性の死亡率が世界のほかの地域の同じ年齢層の男性のなかで、最も低いことは、こうした伝統的な食生活と関係していると考えられている。
ニコヤ地方の人々が長生きなのは、トウモロコシのトルティーヤのおかげかもしれない。トウモロコシは、ビタミンやミネラル、食物繊維が豊富な複合炭水化物を摂取できる優れた穀物だ。また、この地方で乾燥したトウモロコシを漬けておく灰汁に使う木灰には、穀粒の細胞壁を分解する作用があるほか、コレステロールの抑制に役立つとされるナイアシン(ビタミンB3)を引き出す働きがあるとされている。
また、ガジョ・ピントに使われる黒い豆には、抗酸化作用のある色素成分が含まれているうえ、腸をきれいにしてくれる食物繊維も豊富だ。
だが、この料理の真価はトウモロコシと豆の組み合わせにある。私たちの体は筋肉を作るために、タンパク質を構成する9種の必須アミノ酸を食品から摂取する必要がある。肉や魚、卵などの動物性食品にも、その9種が含まれているが、体に悪いコレステロールや飽和脂肪酸も含まれる。豆とトウモロコシを合わせると、必須アミノ酸がすべてそろううえ、不健康な要素は含まれないのだ。(68ページへ続く)

コスタリカのブルーゾーンは、ニコヤ半島の内陸部に位置する全長50キロほどの細長い地域だ。土地の大半は乾燥した牧草地や森林に覆われている。

コスタリカ ニコヤ半島

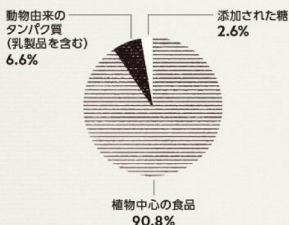
102歳になる父親のパチートと甥のシクストに、ニコヤ地方で一般的な朝食を出すパウリナ・ビリェガス。
コーヒー、卵、米と豆の煮物に、フォゴンという薪ストーブで焼いたトルティーヤなど、ボリューム満点だ。
NICOLE FRANCO

100億人の地球、何を食べればいい？

2050年までに100億人に達すると予測される世界人口に食べ物を供給しながら、環境も守ることは可能だろうか？ 16カ国37人の研究者たちから成るEATランセット委員会が出した答えは「イエス」。委員会は、栄養が十分にあって、世界各地で持続的に生産できる食品に関して、摂取目標量を種類ごとに示した。

世界の地理区分はEATランセット委員会による

植物か、動物か

EATランセット委員会が推奨する食事は、植物性食品が中心で、動物性食品は少ない。後者は慢性疾患との関連性が指摘され、生産過程で環境を害することが多い。

*EATランセット委員会が推奨する食事は、1日の摂取カロリーを2500kcalとしている。
持続可能性の要因には、温室効果ガスの排出量、土地利用およびエネルギー利用が含まれる。

MANUEL CANALES, NGM STAFF; ALEXANDER STEGMAIER
出典：BRENT LOKEN; THE EAT-*LANCET* COMMISSION ON FOOD, PLANET, HEALTH

食卓から見た世界

研究者たちは最初に食品の栄養データを分析し、次にその食品の環境に及ぼす影響を分析した。ここでは、食品を種類ごとに分け、地域別に摂取量を比較している。

キャッサバやイモ類は安く手に入り、地域によっては主食となっている。だが、栄養的には十分ではない。

健康的な脂肪を摂取できる貴重な食品だが、世界のどの地域でも摂取量は目標を大きく下回っている。

卵の摂取目標量は13グラムで、週に1個半食べれば達成できる。現在、多くの地域で目標を上回っている。

南北米大陸では、ニワトリなど家禽の肉が大量に摂取されているが、摂取目標量はそれほど多くない。

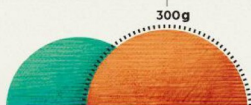
ビタミン、ミネラル、タンパク質の宝庫なので、持続可能な方法で捕獲・生産された魚の摂取は重要だ。

肉は栄養価が高いが、食べ過ぎると健康に悪い。畜牛は地球温暖化を招くメタンの主要な排出源となっている。

摂取目標量より少ない

点線で描かれた半円は摂取目標量*で、
色分けされた半円がそれぞれの地域で
実際に摂取されている量を示している。

300g

野菜

カロリーが低く、主要な栄養素を含んでいる野菜は、安く手に入る食品で、多く摂取することが推奨される。

232

全粒穀物

現時点で100億人を養えるだけの穀物が栽培されているが、その多くが家畜の飼料として使われている。

200

果物

世界のどの地域でも果物の摂取量は足りていない。日々の食べ物の半分を果物と野菜でまかなうべきだ。

75

豆類

ピーナッツや大豆などの豆類はタンパク源となる。東アジアにおいて、大豆はすでに大量に食べられている。

50

目標の
729%

でんぷん質の野菜

50

2%

ナッツ類

41%
13
268%

卵

14%
29
234%

家禽(かきん)の肉

48%
28
152%

魚

250

目標の
145%

乳製品

乳製品は乳牛から繰り返し生産が可能な食品で、タンパク質やカルシウムをはじめとする栄養素を含む。

46%
14
638%

赤身肉

摂取目標量に近い ▶ 摂取目標量より多い

トウモロコシと豆の組み合わせは、細胞の健康維持にも役立っているのではないかという研究が進んでいる。米スタンフォード大学の社会遺伝学者デビッド・レコプとコスタリカの人口学者ルイス・ロセロ=ビクスビーは、ニコヤ地方の人々は、生物学的に見て実年齢よりも最大で10歳ほど若いのではないかと考えている。

ロハスのトルティーヤ専門店で、私も朝食を食べた。焼き立てのトルティーヤにガジョ・ピントを載せ、チレロ・ソースをかけて包み、かぶりついてはコーヒーを飲む。額に玉の汗が浮かび、涙がぼろぼろこぼれた。「大丈夫?」ロハスが心配そうに私の顔をのぞき込んだ。「心配しないで」。私は言った。「これはうれし涙ですから」

沖縄の人たちが
百寿者になる可能性は、
米国人の3倍も高い。

日本 沖縄

沖縄でよく食べられているゴーヤ(苦瓜)は
ビタミンが豊富で、細胞を守り、血糖値を下げてくれる。

コスタリカから地球を半周して、私は沖縄にやって来た。この地で長寿食の研究を続けるクレイグ・ウィルコックスとともに、那覇の沖縄第一ホテルで、「世界一健康的な朝食」のもう一つの有力候補を試すためだ。沖縄の人たちは米国人と比べて、100歳まで生きる可能性が3倍高く、女性が乳がんにかかる割合は半分、心臓疾患で苦しむ割合は男女とも3分の1から4分の1、アルツハイマー型認知症で亡くなる高齢者は10分の1から12分の1しかいない。

このホテルを創業した島袋芳子は小柄で元気な91歳。野菜ソムリエの資格をもつ娘の渡辺克江と一緒に、毎朝、野菜中心の伝統的な食事を作っている。50品目ほどの食材の約半分が沖縄特産のものだという。豆腐のスープ、島ニンジンのあえ物、オオタニワタリというシダ植物のおひたし、パパイアの炒め物……私たちの前には、色とりどりの料理を盛った小皿や小鉢が、星をちりばめたように並べられた。その多くが、沖縄を世界屈指の長寿地域にするのに一役買ってきた料理だ。若い世代の健康状態は悪化傾向にあるものの、年代別に見た場合、沖縄の人々は現在も、

いくつかの年代で世界で最も長生きだといわれている。

人類学と老年学の研究者であるウィルコックスはまず、朝食として出される20品の料理がすべて、低カロリーである点を強調した。沖縄の伝統的な食べ物は、栄養価が高く、カロリーが低い。

ウィルコックスは双子の兄弟ブラッドリーとともに、琉球大学の鈴木信名誉教授の指導の下、沖縄の伝統食に関する本を書いた。現在、私たちが沖縄の食事について知っていることの大半は、彼らの研究成果だ。百寿者の研究に興味をもっていた二人は1994年に沖縄にやって来て、鈴木と知り合う。それから四半世紀にわたり、三人は共同で沖縄の人々が食べてきたものの記録をとり、それが病気にかかりにくい体づくりとどう関係しているかを研究してきた。

ウィルコックスは、豆腐とゴーヤの炒め物が盛られた小皿を指し示し、説明を始めた。それによると、ゴーヤはビタミンAとC、葉酸、強力な抗酸化物質を豊富に含んでいて、細胞を損傷から守るのに役立つ。また、がんを抑制する効果があり、肝臓と細胞膜を守ってくれるうえ、大腸菌などの細菌を抑え、血糖値を下げてもくれるという。

続いてウィルコックスは豆腐の説明を始めた。豆腐は沖縄の食生活で最も重要なタンパク源となっていて、伝統的な製法では海水が使われるため、カルシウムやマグネシウム、亜鉛などのミネラルを多く含むという。さらに、イソフラボンであるゲニステインとダイゼインも豊富で、がんや循環器疾患のリスクを下げることに関係しているそうだ。

ウィルコックスは次に、鮮やかな黄色の飲み物が入った湯飲みを手に取った。ウコン茶だ。ターメリックとしても知られるウコンには、私たちの体をがん、心臓病、認知症などから守る効果があると考えられている。沖縄の人たちは、健康に良い野菜と、ウコンのような刺激のある香辛料を合わせることで、味を引き立てる調理法を確立してきた。

また、ほとんどの料理に、鰹節(かつお)や昆布でとった出汁(だし)が使われている。出汁には、野菜を抜群においしくする力がある。ハンバーガーよりも少ないカロリーで栄養価が5倍も高い料理を作れるのは、出汁のおかげだ。

次の食材は、緑色のスパゲティのような見た目のモズクだった。モズクをはじめ、ウィルコックスが「海の野菜」と呼ぶ海藻が、沖縄では12種類以上も食べられている。海藻には、がんやウイルスを抑制するフコイダンという物質が豊富に含まれているほか、アスタキサンチンという物質は、細胞内の老廃物を除去したり、炎症を抑えたりするのに役立っているようだ。老廃物や炎症は、加齢に伴う病気の大半を引き起こす原因と考えられている。

海藻には、がんやウイルスを抑制するフコイダンが豊富に含まれているほか、アスタキサンチンは、細胞内の老廃物を除去したり、炎症を抑えたりするのに役立っているようだ。

米国 ロマリンダ

夕食のために菜園でビーツを収穫するクリスタル・ギーンと息子のオースティン。献立は旬の食材で組み立てる。
南カリフォルニアのロマリンダには、この親子のように、菜食主義を実践するアドベンチスト教会の信徒が多く暮らす。
NICOLE FRANCO

2時間にわたって、レクチャーを受けながら食べ続けた私は、空になった食器の多さに驚いた。「食べ過ぎたと思わなくても大丈夫ですよ」とウィルコックスが言った。この朝食はすべて食べても600キロカロリーにも満たないのだ。

セブンスデー・アドベンチスト教会で
菜食を実践する信徒は
肉を食べる信徒より長命の傾向にある。

米国 カリフォルニア州 ロマリンダ

セブンスデー・アドベンチスト教会の野菜を中心とする食生活は、
聖書に由来するものだが、現代の食事療法によく似ている。

旅の最後に、私は米国カリフォルニア州のロマリンダ市を訪れた。ここには、キリスト教の一派であるセブンスデー・アドベンチスト教会の信徒たちが、聖書から着想を得て菜食を実践するコミュニティーがある。たとえば、創世記1章29節のこんな言葉だ。「神は言われた。『見よ、全地に生える、種を持つ草と種を持つ実をつける木を、すべてあなたたちに与えよう。それがあなたたちの食べ物となる』」

菜食主義者のアドベンチスト教徒は、長命の傾向にある。ある研究によると、カリフォルニア州に住むアドベンチスト教徒の平均余命は、同州の同年代の住民と比べて、男性で7.3年、女性で4.4年も長い。さらに菜食主義者なら、2年長くなるという。

アドベンチスト教会の食生活を実践している人を取材したいと研究者たちに相談すると、ドロシー・ネルソンという90歳の女性を紹介された。自宅を訪ねた私に、彼女は明るい台所でランチを作ってくれた。その味を褒めると、「愛情で味付けしていますから」と秘訣を教えてくれた。

菜食主義者のネルソンは、アドベンチスト教会の創立に当たって活躍したエレン・G・ホワイトの精神を受け継いでいる。ホワイトが1800年代後半から1900年代前半にかけて、詳細かつ明確に示した食生活の指針は、長生きなアドベンチスト教徒たちの食文化を導いてきたのだ。

ホワイトは、全粒穀物、果物、ナッツ、野菜を食べるよう勧めた。そうした食品は、「凝った料理や刺激の強い食生活からは得られない、体力や持久力、知力を与えてくれる」とホワイトは記した。また、調理には動物由来の油脂、

塩や香辛料を使わないよう勧め、砂糖の使用については、「発酵を起こし、それが脳を鈍らせ、人をいら立たせる」と考え、強く戒めた。彼女の助言は、米国がん協会と米国心臓協会が現在示している食生活のガイドラインに極めて近く、驚くほど先進的な内容に思える。

アドベンチスト教徒の食生活に関する最新の研究成果の大半は、ゲイリー・フレイザーというロマリンダ大学の研究者によるものだ。自身もアドベンチスト教徒で、医師でもあるフレイザーは、同教徒の心臓が、そうでない人のものよりも健康であることに気づき、アドベンチスト教会の食生活が健康に良いという自説を科学的に証明したいと考えた。そして彼は現在、米国に数万人いるアドベンチスト教徒を対象にした「アドベンチスト健康調査」を率いている。

調査によると、同じ年齢で比較した場合、菜食主義のアドベンチスト教徒は、少量の肉を食べる同教徒よりも12%ほど死亡率が低い。また、肉を食べる量が最も多い若い教徒たちは、ナッツや種子、豆類からタンパク質を取る教徒に比べ、早死にする確率が46%も高いことがわかった。「植物を中心とした食生活が正しいことは、間違いありません」とフレイザーは言う。

ネルソンが料理するおいしそうな匂いを嗅いでいると、私もフレイザーに賛成したくなる。ネルソンは、蒸したキャベツとカリフラワーに黒豆を合わせた後、スライスした焼き豆腐とごま、少量のしょうゆを加えた。複合糖質、タンパク質、各種ビタミンにミネラル、抗酸化物質が一体となった、満足感のある一品でありながら、カロリーはフライドポテト一人前よりも少ない。「肉は食べたことがありません」とネルソンは自慢げに言った。彼女の血圧は正常値で、安静時の心拍数は60で、5キロ近く歩くのが日課だという。

つまりはこういうことだ。ブルーゾーンの伝統的な食生活では、大半のカロリーが植物性の自然食品から摂取されている。そして、穀物、葉野菜、ナッツ、豆類が世界の長寿食を支える四本の柱といえるのだ。

2020年に死亡する米国人の半数近くの死因は、循環器疾患、がん、糖尿病となる見込みだ。ブルーゾーンにおいて、そうした病気で命を落とす人ははるかに少ない。なぜだろうか。彼らは身近に手に入るものだけを食べて生きてきた。幸いなことに、それは自然食品であり、野菜が中心だった。試行錯誤を繰り返し、毎日食べても飽きのこないおいしい料理が生まれた。そうした料理のなかに、もっと健康に生きるための秘密が隠されているかもしれない。手始めに良いレシピが欲しかったら、抜群においしいミネストローネを作る100歳を超えた元気なおばあちゃんを紹介しよう。□

「肉は食べたことがありません」と90歳のドロシー・ネルソンは自慢げに言った。血圧は正常値で、安静時の心拍数は60。5キロ近く歩くのが日課だという。

筆者のダン・ビュートナー(Dan Buettner)は2005年11月号「長寿の極意」を執筆したエクスプローラーであり作家でもある。ブルーゾーンの料理を集めた本を米国で出版したばかりだ。

私たちの体には天文学的な数の微生物が宿っている。

人体にすむ微生物たち

そして、それらが私たちの健康を左右しているようだ。

文＝ロビン・マランツ・ヘニグ　サイエンスライター

画像＝マルティン・エッゲリ

さお状の黄色い大腸菌が、紫色の培地の上に群がる。食中毒の原因ともなるが、大半の菌株は有益だ。人間の腸にすみつき、ビタミンKやB12を作ったり、病原菌を撃退したりしてくれる。

糞便（ふんべん）

人間の糞便のサンプルからは、腸内の微生物叢（そう）の多様さが見てとれる。長さが大腸菌の約50倍という細菌もいる。科学者たちは、こうした微生物が私たちの健康や体重、気分、さらには人格にまで影響を及ぼすことを解明しつつある。

学者が人体にすむ微生物を研究すればするほど、その小さな生き物が私たちの外見や行動、思考、感情に驚くべき影響を及ぼしていることがわかってきた。人間の健康や幸福は、腸や肺の内部、あるいは皮膚や眼球の表面にすむ細菌、ウイルス、菌類、原生動物などによって本当に左右されるのだろうか。こうした微生物が、その宿主である人間の基本的な性質を決めているかに見えるとは、なんと奇妙な話だろう。

多種多様な微生物から成る「微生物叢」(マイクロバイオーム)は、人生の驚くほど早い段階から、根深く広範囲な影響を及ぼす場合がある。2018年に発表された研究では、子どもの気質のように先天的だと思われていたものが、実際には腸内の細菌によって変わるのではないかということが示された。ビフィズス菌が腸内に多い赤ちゃんほど、快活な気質だったというのだ。

微生物叢の研究は比較的歴史が浅く、本格的に始まってから、まだ15年ほどしかたっていない。そのため、これまでの研究の大半が予備的で小規模なものだったといえる。科学者は微生物叢と疾患との間に一定の相関を見いだしてはきたが、膨大な数の微生物の集まりと、それらが宿主である人間に及ぼす意味については、いまだ明確な因果関係を伴う結論を引き出せてはいない。

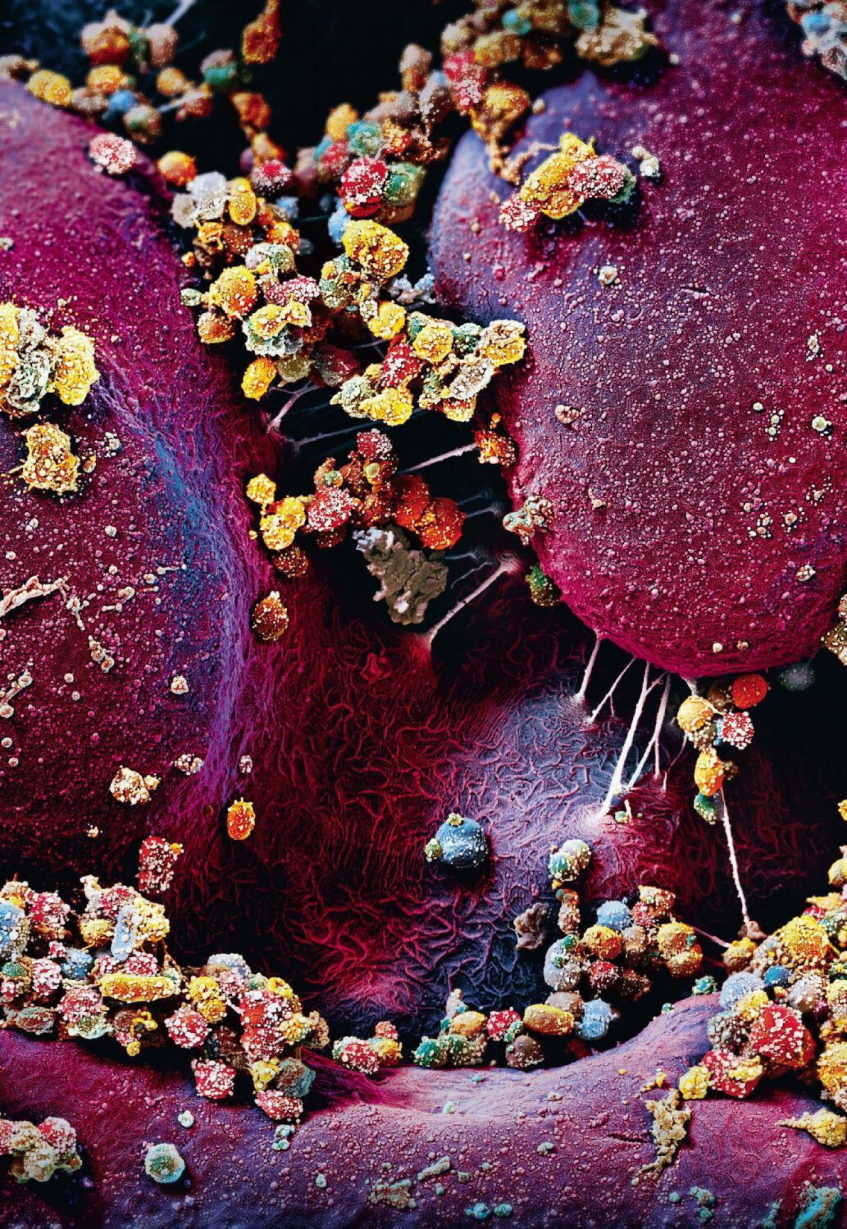
微生物の数自体は、気が遠くなるほど膨大だ。平均的な若い成人男性の場合、主なものを挙げただけでも、大腸に38兆個、歯垢に1兆個、皮膚に1800億個の微生物がいると考えられており、これは人体のすべての細胞の数を上回る。そうした微生物の集まりを今後どのように活用していくか、期待が寄せられている。

最も楽観的な見通しをもつ研究者たちの話では、そう遠くない将来、プレバイオティクス(有益な微生物が育つ基質として働く化合物)やプロバイオティクス(有益な微生物そのもの)、便移植(健康なドナーから提供された微生物が豊富な便)などの形で、健康な微生物を人体に投与することが普通になるかもしれないという。それによって、私たちは理想的な体調を手に入れられるかもしれない。

レンサ球菌

二つの細胞に分裂しようとしている肺炎レンサ球菌。髄膜炎や肺炎といった深刻な病気を引き起こすことがあるが、大腸菌と同様、レンサ球菌属のなかには害のない菌種もある。この細菌は皮膚や口腔、気道、大腸にいる。

微生物の色

マルティン・エッゲリは走査電子顕微鏡で画像を制作した。顕微鏡がとらえた画像には色がない。そこでエッゲリは、色がわかっている微生物には、その色を着け、そうでない場合は、微生物の形や特徴を際立たせるような色を選んで着けた。

唇

潤いのある唇は微生物の宝庫だ。女性が唇を押し付けたこの培地には、数日で微生物たちが育った。キスを頻繁に交わす人同士では、口腔内の微生物叢が似てくる。

微生物叢について語る場合、私たちが主として話題にするのは、人体の微生物の9割以上が宿る大腸だろう。だが、ほかの器官にもまた、生き物がうじゃうじゃいる。微生物は目、耳、鼻、口、膣、肛門、尿管など、人体の内部が外界と出合う場所ならどこにでもすみつくのだ。そして、皮膚のあちらこちらにもいる。特に密集しているのは、脇の下や股間、足指の間、へその内部などである。

そして、驚くべきことに、一人ひとりの人間がもっている微生物の顔ぶれはそれぞれ独自のもので、ほかの誰とも違っているのだ。最新の観察結果に基づけば、ある二人の微生物叢に属する微生物の種がまったく重複していないこともありうると、米カリフォルニア大学サンディエゴ校で微生物叢を研究するロブ・ナイトは言う。この微生物叢に特有の性質は犯罪科学に応用できるかもしれないと彼は考えている。「皮膚の微生物叢の痕跡と照合することで、犯人が触れた物体をたどって、本人までたどり着くことができます」。いつの日か、犯行現場に残された微生物のサンプルが決め手となって、犯人が特定される日が来るかもしれない。

ここからは、科学者たちが明らかにしつつある知見の一部を紹介していこう。乳児期から老年期に至る人生を通じ、微生物叢は私たちにどのような影響を及ぼしうるのだろうか。

乳児期

子宮内の胎児は基本的に微生物には触れずに成長し、その後、産道を通り抜ける際に、雑多な細菌と遭遇する。経膣分娩の最中、赤ちゃんは膣にすむ微生物をたっぷりと浴びる。また顔面が母親の会陰や肛門の近くを通るときには、母体の腸内細菌にもさらされる。母親の腸内細菌はすぐさま新生児自身の腸にも宿り始め、発達途上の免疫細胞と「会話」のようなものを始める。こうして、極めて早い段階に獲得した微生物叢が、その後の人生において免疫システムが健全に働く準備をするのだ。

一方、帝王切開で生まれた赤ちゃんはこのような機会を逸してしまい、その腸には異なる微生物の種がまかれる。それらは母親の腸や膣ではなく、皮膚や母乳、さらには看護師の手や病院のベッドなどに由来するものだ。こうした違いが、人生を通してずっと影響を及ぼすとも考えられる。

ルクセンブルク大学が設置したルクセンブルク・システム生物医学センターのポール・ウィルメスは2018年、経膣分娩の新生児13人と帝王切開の新生児18人を対象に行った研究結果を発表した。それによると、帝王切開で生まれた赤ちゃんは、リポ多糖と呼ばれる物質を作り出す細菌のレベルが著しく低かった。リポ多糖は免疫システムを発達させるための一次刺激となる。レベルが低い状態は出生後、少なくとも5日間続いた。これは免疫力に長期的な影響を及ぼすのに十分な日数だという。

ウィルメスは、人生最初の数日間に観察された、リポ多糖を作る細菌のレベルの違いに関して、帝王切開の赤ちゃんは「呼び水期」とも呼べる時期を通り損ねているのではないかと考えている。これは、免疫細胞が異物に対して適切に反応する準備を整えていく期間のことだ。帝王切開で生まれた人々がアレルギーや炎症性の病気、肥満といった免疫システムに関連する問題を抱えやすいのは、出生直後に獲得する微生物が十分でないことが原因であると説明できるかもしれない。

帝王切開で生まれた新生児に、母体内の特定の細菌に由来するプロバイオティクスを投与することもいずれはできるようになるだろうとウィルメスは考えている。そうすれば、理論的には赤ちゃんの腸に有益な微生物の種をまくことができる。ただし、そのようなプロバイオティクス療法は、現時点ではまだ先の話でしかない。

小児期

食物アレルギーが広がり続けるなか、教室でアレルギー反応が起きるのを恐れて、米国の多くの学校がランチとして家から持ってくることができる食べ物を制限している。たとえば、ピーナッ

ツバターを塗ったサンドイッチは禁止だ。現在、米国では560万人の子どもが食物アレルギーに苦しんでいるという。

これほど増えた背景には、帝王切開の増加や、抗生物質の過度の使用によって体を守る細菌が一掃されてしまうことなど、数多くの要因がある。米シカゴ大学のキャスリン・ナグラーが率いる研究チームは、食物アレルギーの子どもたちの増加には腸内の微生物の組み合わせが関係しているのではないかと考え、生後半年の赤ちゃん8人を対象に研究を行った。4人の赤ちゃんは牛乳にアレルギーがあり、残りの4人にはない。ナグラーたちが2018年に発表した研究結果によると、二つのグループを比べると、微生物叢に大きな違いがあったという。アレルギーのないグループが同じ月齢の平均的な赤ちゃんによく見られる細菌を宿していたのに対し、牛乳にアレルギーのあるグループは大人に特有の細菌をもっていたのだ。

ナグラーたちは便のサンプルから採取した赤ちゃんたちの腸内細菌を、帝王切開で生み出されて無菌の環境で育てられた「無菌マウス」に移植した。すると、アレルギーのない赤ちゃんから細菌の移植を受けたマウスは、牛乳へのアレルギー反応を防いでくれる善玉菌を宿した。一方、アレルギーのある赤ちゃんから細菌を移植されたマウスは、善玉菌を獲得できず、アレルギー反応を起こした。

さらなる分析によって示されたのは、クロストリジウム綱のアナエロスティペス・カカエという人間の乳児に特有の細菌が、アレルギーのない赤ちゃんから移植を受けたマウスを守るのに最も役立っているらしいということだった。創薬ベンチャーのクロストラバイオ社の社長で共同創業者でもあるナグラーは、まずはマウスで、そして最終的にはアレルギー患者で、この細菌が治療に応用できるかを試したいと考えている。最初の関門はこの善玉菌を定着させる場所を腸内に見つけることだった。ナグラーによれば、健康とは言えない微生物叢でさえ、すでに微生物でいっぱいの状態で、わずかな隙間もないという。そこでクロストラバイオ社は、微生物叢に隙間を作るための薬を開発した。

ナグラーたちはその薬をマウスに投与し、その後に多様なクロストリジウム綱の細菌を与えて実験を行っている。彼女は今後2年以内にクロストリジウム療法の臨床試験を始めたいと考えていて、最終目標は食物アレルギーの子どもの治療だという。

腸内細菌は、子どもが発症するほかの病気、たとえば1型糖尿病とも関連があると考えられている。1型糖尿病の家族歴をもつ93人の子どもを対象に、オーストラリアで研究が行われた。それぞれの便のサンプルをあらかじめ集めておいて、その後、糖尿病を発症した子どもと発症しなかった子どもの便を調べたのだ。すると、糖尿病患者の便では、手足口病などの病原体として知られるエンテロウイルスA型のレベルが高いことがわかった。

その研究に関わった一人で、米コロンビア大学メールマン公衆衛生大学院のW・イアン・リプキンは、糖尿病などの病気を、微生物叢の差異だけで性急に説明すべきではないと警鐘を鳴らす。微生物叢の研究は現時点ではまだ、因果関係を説明するというより、事象の観察に基づいて組織的に記録していく「記述的科学」の要素が強いという。確実にわかっているのは、ある微生物がある症状と関連しているということだけなのだ。

そのように警告しながらも、リプキンは微生物叢の研究に期待を寄せている。彼の予想では、5～10年以内に微生物叢が人体に影響を与えるメカニズムが解明され、それを活用した治療法の臨床試験が開始されるだろうという。微生物叢と疾患の因果関係が明らかになり、検証可能なものになった暁には、微生物叢の研究は「正真正銘の科学になるだろう」と、リプキンは言う。

青年期

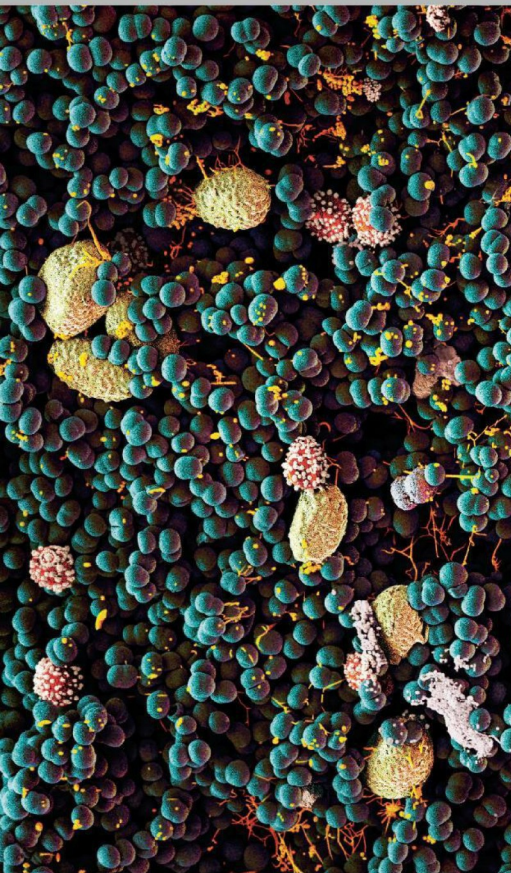
たいていの若者の皮膚は、「アクネ菌」として知られるキューティバクテリウム・アクネス（最近までプロピオニバクテリウム・アクネスと呼ばれていた）にとって、居心地がいい。 （90ページへ続く）

臭い足

繊維に身を寄せ合って付いているのは、湿った足から培養された細菌。こうした細菌は汗の中にいて、悪臭を放つ微生物の温床になる（汗そのものは臭くない）。手のひらや足の裏には、ほかの部位より汗腺が多くある。

次の画像

へそ

への内側で特に目立つ微生物は6種類ほどだが、ほかにも多くの細菌や菌類が見つかる。体内の微生物叢と同じように、体の外側にいる微生物も人によって異なる。

人体にすむ微生物

およその数*

38兆
大腸

腸の微生物と脳の関係

私たちの体には、細菌や菌類、原生動物といった微生物が数十兆個もいて、一人ひとり異なる微生物叢を形成している。こうした微生物は「腸脳軸」という化学的な伝達経路を通じて、脳とコミュニケーションをとり合い、身体機能を調節している。微生物叢は私たちの気分にも影響を及ぼすことがあるという。

微生物が駆使する三つの伝達手段

■ 血流と神経

微生物が神経や血流中に放出する化学物質は、脳の記憶領域に影響を与える。血流中の化学物質は、気分を変えるようにと大脳辺縁系に信号を送ることもある。

■ 迷走神経

感覚ニューロンが腸内微生物からの化学信号を受け取り、腸と脳を結ぶ主要な伝達経路である迷走神経に伝える。脳からはこの経路を通じて、身体機能を調整する信号が送り返される。

■ 腸管神経系

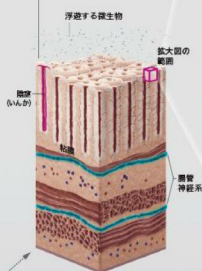
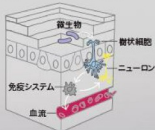
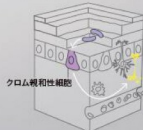
微生物は脳へ連絡する代わりに、腸にあるニューロンのネットワーク「腸管神経系」に信号を直接送り、腸の運動や分泌に影響を及ぼすこともある。この神経系は「第2の脳」と呼ばれることもある。

迷走神経は、体を安静時の状態にする副交感神経系の経路をサポートする。

脊髄

*人体の微生物叢の数は、体重70キロの20～30歳の男性を基準とする。

MONICA SERRANO, NGM STAFF; MESA SCHUMACHER. ART BY INTERVOKE. 出典：EMERAN A. MAYER,
DIGESTIVE DISEASES; STEPHEN COLLINS, MCMASTER UNIVERSITY

1兆
歯垢
1800億
皮膚
1000億
唾液
400億
小腸
900万
胃
視床
扁桃(へんとう)体
視床下部
体内で最大の微生物コミュニティーを擁するのが大腸。体全体にいる微生物の9割以上が集まっている。
腸管神経系
拡大図の範囲
UCLA DIVISION OF
味方か敵か
粘膜内の微生物は人体に良い働きをすることもある。しかし腸内を浮遊する微生物は自身の生存をより重視し、人体に害を及ぼす傾向にある。
陰窩と呼ばれる腸内のくぼみは表面積が大きく、水分を吸収したり、微生物と相互作用したりする。
浮遊する微生物
拡大図の範囲
陰窩(いんか)
粘膜
腸管神経系
浮遊する微生物
外層粘液
内層粘液
腸管上皮
上皮細胞バリア
クロム親和性細胞
腸内分泌細胞
樹状細胞
ニューロン(迷走神経へ)
血流
微生物が教えてくれること
免疫を高めろ
微生物叢にかく乱が起きると、樹状細胞によって感知される。そして、ほかの免疫細胞を活性化させたり、脳にSOSが送られたりする。
食べるのをやめろ
科学者の推測が正しければ、微生物は腸内分泌細胞に化学物質を放出させることによって、脳の視床下部に満腹になったことを伝えている。
痛い!(または、幸せ!)
微生物は「幸せホルモン」セロトニンを多く貯蔵するクロム親和性細胞を刺激し、脳に信号を送り、幸福感や痛みの感覚に影響を与える。
微生物
樹状細胞
ニューロン
免疫システム
血流
腸内分泌細胞
クロム親和性細胞

ニキビの原因菌として知られるアクネ菌だが、悪さをするのはこの細菌のなかでも二つの菌株だけだ。ほかの多くの菌株は無害であるか、病原菌を遠ざけるなどの有益な働きをする。実際のところ、この細菌は顔や首の健康な微生物叢では支配的な存在なのだ。

米国セントルイスにあるワシントン大学の医学部は、ニキビに関する微生物叢をテーマに研究したことがある。そのなかで、長期的な症状緩和が認められているニキビ治療薬、イソトレチノインが効くのは、皮膚の微生物叢を部分的ではあるが改変しているからだと明らかにした。すなわち、アクネ菌を減らす一方で、微生物叢全体の多様性を高めているというのだ。

イソトレチノインが微生物叢を変化させることでニキビの発生を抑えていることが明らかになったからには、同様の効果をもつ微生物治療薬を開発しようとする研究者も出てくるだろう。妊娠中にイソトレチノインを服用すると、先天性欠損症を引き起こすおそれがあるため、より安全な薬を作りたいという希望があるからだ。

そうした新薬の候補としては、ワシントン大学の研究者たちが呼ぶところの「プレバイオティクス肥料」(健康な皮膚の微生物叢が作られる環境を整える微生物)や「菌株選択的除草剤」(アクネ菌の有害菌株を絶やす一方、有益な菌株は残す物質)のほか、有益なアクネ菌を直接摂取できるサプリメントが考えられる。

壮年期

アスリートの腸内細菌を移植するだけでトレーニングの効果が上がるとしたら? 米ハーバード大学の科学者たちはボストン・マラソンに出場する15人のランナーたちの便を、レースの1週間前から1週間後まで、2週間にわたって毎日採取した。そしてランナーではない10人の対照群から採取した2週間分の便のサンプルと比較したところ、レースの数日後、ランナーの便には対照群よりもかなり多くのベイロネラ・アティピカと呼ばれる細菌が含まれていた。「ベイロネラ属の代謝は独特で、乳酸塩をお気に入りのエネルギー源にします」と、米国ボストンにあるジョスリン糖尿病センターとハーバード大学医学大学院に籍を置くアレクサンダー・コスティックは言う。乳酸塩は激しい運動の最中に筋肉が作り出すものだ。「それでこう考えました。アスリートの体内でベイロネラが筋肉由来の乳酸塩を代謝している可能性はあるかと」。そうだとしたら、ベイロネラを移植すればアスリートでない人の運動能力は向上するだろうか?

そこで彼らは、ランナーの便からベイロネラを抽出し、病原体を除去した正常な微生物叢をもつ16匹のマウスに移植した。その後、マウスを小さなランニングマシンに乗せ、疲れ切るまで走らせた。比較対照のために別の16匹にも、乳酸塩の代謝とは関わりのない別の細菌を使って同じことをした。その結果、ベイロネラを移植されたマウスは対照群よりも13%長く走ることができた。そこで研究者たちは微生物叢が運動能力に極めて重要な役割を果たしている可能性があると結論づけた。

この実験は「共生関係がどのように成立するかを示す見事な例」だとコスティックは話す。ベイロネラは宿主の筋肉が運動することで生み出す乳酸塩の恩恵を受け、宿主はベイロネラが乳酸塩から作り出すプロピオン酸の恩恵を受けているという。プロピオン酸は心拍数と酸素代謝を高めて運動能力を強めてくれるし、筋肉の炎症を抑えるとも考えられている。

「こうした関係が、人間と微生物叢の関係のほとんどで土台になっていると思います」とコスティックは言う。「そして最終的に、相利共生的な関係が生まれるのです」

微生物叢は人間にとって都合が良いと言えない特性の原因になっている可能性もある。たとえば、不安やうつ病のような精神状態だ。2016年、アイルランドのコーク大学の研究者がうつ状態の人間の便をラットに移植し、微生物叢とうつ状態に関連があることを実証した。

研究者たちは28匹のラットを二つのグループに分けた。そして一方には重度のうつ病を患った3人の男性の便を混ぜて移植し、もう一方には3人の健康な男性の便を同じように移植した。それでわかったのは、うつ病患者の便を

移植されると、そのラットもうつ状態になるということだ。対照群と比較すると、それらのラットは楽しい活動（砂糖水を飲む）への関心を失う一方、不安感（研究用迷路の開けた場所やなじみのない場所を避ける）を増大させた。

研究者たちはラットと人間を同列に論じることはできないと認めながらも、この結果は、腸内の微生物叢がうつ病の進行に一定の役割を果たす可能性があることを示しているという。これらの微生物の研究を進めれば、うつ病などの治療にいずれは役立つかもしれない。

老年期

微生物叢は永続的である一方、絶えず変化してもいる。その人に特有の微生物叢の構成はだいたい4歳までに固まり、食事や運動の習慣の変化、住居の移転、屋外で過ごす時間の増減、抗生物質などの特定の薬物の服用といった著しい変化が生じない限り変わらない。しかし、ある意味で微生物叢は常に流動的な状態にあり、食事のたびにわずかながら変わる。大人になってからは、微生物叢の変化は予測可能な範囲にとどまるので、腸内細菌を調べるだけで、その人の年齢が推定できるという。

「微生物叢加齢時計」として知られるこうした推定技術について、香港を拠点にするインシリコ・メディシン社が最近、研究結果を発表した。研究者たちはまず、1165人分の微生物叢に関する情報を収集し、そのうちの9割について、年齢のタグを付けた状態で人工知能（AI）に学習させた。続いてAIが見つけ出したパターンを残りの1割に適用し、タグなしで年齢が特定できるかを試してみた。すると、時計が出した推定年齢は実際と4歳以内の差しかないものだった。

このことは、加齢によって起こる身体的な変化、特に免疫力の低下や全身の炎症、衰弱などに関して何を教えてくれるだろうか。英国ケンブリッジのバブラハム研究所のチームは、便移植によって、答えを見つけようとした。年齢とともに免疫システムの機能が低下することはわかっていたので、若いマウスの便を老いたマウスに移植すれば機能回復の効果が表れるのではないかと考えたのだ。

移植前、老いたマウスは小腸の内壁に点在するパイエル板と呼ばれる器官の免疫反応が顕著に鈍化していた。そのマウスが若いマウスから便移植を受けると、パイエル板の免疫反応がより若々しい状態に回復したのだ。

動物の微生物叢に関する研究で、便移植は効果が証明されているし、さまざまな病気と闘うことのできる微生物を人間に取り込む手段として、臨床研究が進められてもいる。

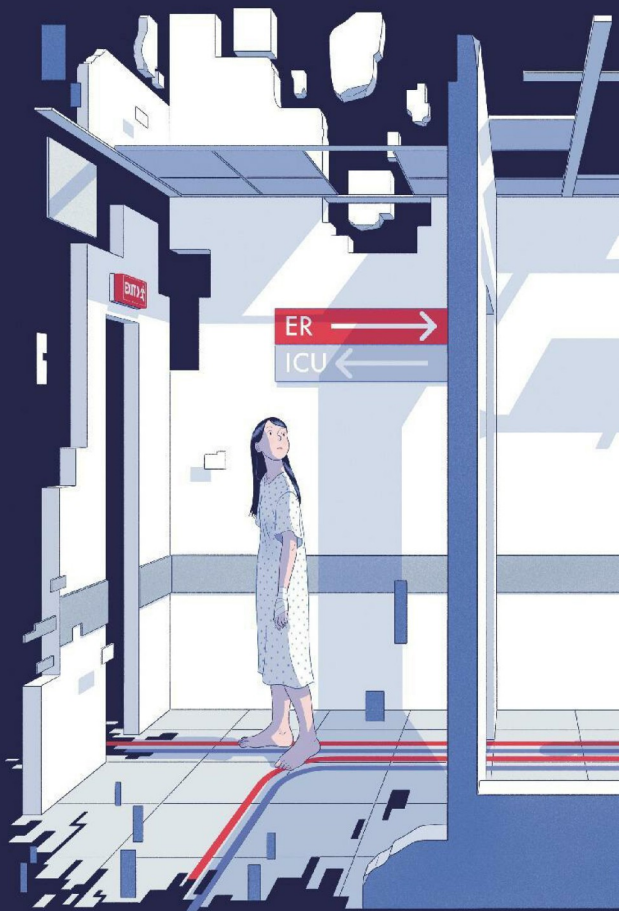
たとえば、薬剤耐性を獲得したクロストリジウム・ディフィシルという細菌が引き起こす腸の重度の感染症を治療するため、10年ほどにわたって便移植が用いられてきた。米ブラウン大学のコリーン・ケリーによれば、米国だけで年に1万2000～1万5000件の便移植が行われているという。結果はおおむね良好だが、2019年6月、薬剤耐性菌が十分に除去されていなかった便を移植された患者が感染症で死亡したと、米食品医薬品局が発表した。

便移植のほかにも、プレバイオティクスやプロバイオティクス、食事や運動習慣の改善など、微生物叢に変化を与える方法が研究されている。だが、この分野の第一人者でさえも、微生物叢と人の健康との関係を結論づけるのはまだ難しいと語り、治療への応用は慎重にすべきだと警告する。

「便移植や、微生物叢を利用した薬の開発には大いに期待が寄せられています」と、ルクセンブルク大学のウィルメスは言いつつも、いささか時期尚早だと付け加える。「本当に適切かつ合理的にそれを行えるようになるには、まず健康な微生物叢の構成とはどのようなものかを知り、微生物叢が宿主に与える機能を理解する必要があります。私たちはまだその段階には至っていないと思います」□

筆者の**ロビン・マランツ・ヘニグ**（Robin Marantz Henig）は本誌2017年1月号「曖昧になる男女の境界」を執筆。**マルティン・エッゲリ**（Martin Oeggerli）はスイスの分子生物学者で、顕微鏡でしか見られない世界の美をとらえることを得意とする。

撮影協力：THE INSTITUTE OF PATHOLOGY, UNIVERSITY HOSPITAL OF BASEL, SWITZERLAND; CENTER FOR CELLULAR IMAGING AND NANOANALYTICS, BIOZENTRUM, UNIVERSITY OF BASEL; AND THE SCHOOL OF LIFE SCIENCES, FHNW, MUTTENZ.

女性の健康を
取り巻く問題は、
男性ほどには
関心をもっては
もらえないという。
研究も十分ではなく、
二の次になっている。
「声を上げよう」
一人の女性医師が
そう呼びかける。

文＝
ゾアンヌ・クラック
医師・脚本家
イラスト＝
ビアンカ・バニャレッリ

女性たちの健康は

大特集

健康に生きる

なぜ後回しにされる?

シリーズ
女性たちの世紀

急医として1990年代半ばから働いている私は、男女の別なく、さまざまな年齢や収入の患者を治療してきた。病院には付き添いも一緒に来るが、その役目は女性であることが多い。彼女たちにも仕事や家庭があり、家計を担っているが、そんななかで患者の緊急事態に対処している。子ども、パートナー、親など、大切な人の世話をするために、2人分、3人分、時には4人分もの務めをこなしているのだ。この現象は世界的なもので、経済協力開発機構（OECD）によると、世界中の女性たちが無償で子どもや高齢者の世話をする時間は、年間で合計1兆1000億時間になるという。男性はその3分の1にすぎない。

私はまた、米国のABCで放送されている医療ドラマ『グレイズ・アナトミー』のエグゼクティブ・プロデューサーとして、そんな女性たちのことを脚本に書いている。みんな誰かの母親であり、パートナーであり、妻、姉妹、娘だ。会社の最高経営責任者もいれば、秘書もいる。出産して乳管閉塞だと思っていたら手遅れの乳がん[1]だった女性。レイプされたときの自分の行動や服装を非難されることを恐れて、被害届を出すのを拒む女の子もテーマにした。

病気が末期状態の患者、臓器移植が必要なことを娘たちに打ち明けなくてはならない母親。高齢で妊娠する、出産以外で母親になる道を模索する、子どもをもたない選択をするなど、「産む性」と正面から向き合う人もいる。脳腫瘍、精神疾患、うつ病に苦しむ女性。保険に入れない人がいるかと思えば、世界を丸ごと買えそうな金持ちもいる。

ドラマにそんな女性たちを登場させるのは、私が実際に見聞きしたからであり、私自身もその一人だからだ。高齢の母親を世話しながら3人の子どもを育てる板挟みの「サンドイッチ世代」で、フルタイムで働きながら、子どもたちの学校や課外活動の調整、ベビーシッターや介護ヘルパーへの対応、仕事の締め切りやプロとしての目標を綱渡りのようにこなし、遊びの誘いにも頑張って顔を出す。そんな女性はどこにでも、それもたくさんいる。そして、彼女たちは幾度となく打ちのめされているのだ。

そんな生き方をしている女性たちは、健康と幸福をどうやって実現すればいいのだろう？

今の医療制度、治療法、研究や支援などは、人口の半分を占める女性たちが使うには、あまりに穴だらけだ。でも楽観的に考えれば、これから新たな発見があり、前進することで、その未来はもっと明るくなるはず。女性たちは声を

1. 乳がん
がん細胞の転換
乳がん細胞は腫瘍から離れ、内部機構を変化させて成体幹細胞に似た細胞になることがある。この細胞は治療の網をくぐり抜け、体内を自由に移動して別の場所で新たな腫瘍を形成する。スイスにあるバーゼル大学の生物医学研究チームが学術誌『キャンサー・セル』に報告したマウスを使った研究では、腫瘍から転換した幹細胞に既存の薬を用いて幹細胞を脂肪細胞に変えることに成功。この方法で「腫瘍浸潤と悪性進行を抑制できる」可能性があるという。
――テレサ・マッケマー

出してもっと語るべきだ。自分が経験した流産や不妊のこと、避妊に失敗しておびえたこと。自分のがんや心臓病のこと。うつ病や不安障害、体重、摂食障害、アルコール依存症、処方薬乱用、そして家庭内暴力について。恥ずかしさが先に立って口をつぐんでしまう人も多いが、大声で主張しないと、学術研究の対象にならないし、政策も見直されない。女性の健康改革は、女性たちが自ら声にして強さを身につけ、ともに成長して推進するしかないのだ。

医療分野の男女差

私の脚本家としての役割は、現実の女性たちの話を、時代を象徴する登場人物の物語に移し替えて伝えること。また、良い医者は優れた語り手でもあると信じていて、患者の話に耳を傾け、患者の体が語る言葉を読み取り、そこから紡ぎ出した物語を診断や治療に役立てている。

ドラマの主人公であるメレディス・グレイも、現実にいる女性をモデルにしている。外科医の彼女は夫を亡くし、今は3人の子どもを育てるシングル・マザーだ。医師として高く評価されている一方で、子どもたちとの時間も友人との交遊も大切にしている。彼女が医学を学び始めた2000年代初頭、医学部の女性の割合は半分にも満たなかったが、2018年には52%にまで増えている。これも一つの進歩だ。さらに分野を広げると、2017年の米国での学士号取得者は57%が女性だったと、米国立教育統計センターが報告している。修士号は59%、博士号は53%だ。これは大きな前進だろう。女性の医療を改善するには、女性が教育を受けることが何より重要だからだ。

だが、自己紹介のときには名前の頭に「ドクター」をつけ、白衣姿で聴診器をぶら下げているメレディスも、病院では「看護師さん」と呼ばれることがしょっちゅうある。回診のときも、患者は彼女ではなく、実習中の男子医学生に話をしたがる。女性の日常はこんな固定観念や偏見だらけだが、医学の世界では特にこうした先入観が根強い。

同じくドラマからミランダの例も紹介しよう。仕事に理解がない夫と離婚し、今の夫と再婚した彼女は病院の外科部長をしている。ある日ミランダは、上腹部の痛み、ふらつき、異常な疲労感を覚え、心臓発作[2]が起きると確信して診察を受けた。どれも心臓発作の兆候とされる症状だが、女性は男性に比べると微妙でわかりづらく、特に彼女のような非白人女性の場合は、迅速な対応を受けられないことが多い。女性の痛み[3]に関する著述で知られる作家レスリー・ジェイミソンによれば、女性の訴えは「嘘や大げさと言われがち」で、男性ほど積極的に治療してもらえないという。

2. 心臓発作
蘇生率の男女差

学術誌『ヨーロピアン・ハート・ジャーナル』に発表されたオランダの研究によると、公共の場で女性が心停止に陥ると、居合わせた人に蘇生術を施してもらえる可能性は男性より低く、死亡率が高いという。一方、男性が病院に運ばれ、無事に退院できる確率は、女性の2倍にものぼる。女性が倒れても、周囲はそれが心停止の状態(心拍が速く、不規則になり、その後止まる)だと気づかず、救急車を呼んだり、AEDなどの除細動器で心拍を正常なリズムに戻す処置を行ったりしないためと考えられる。

――パトリシア・エドモンズ

3. 女性の痛み
不十分な治療

痛みに対する治療をきちんと受けられる女性は男性より少ない。これは数十年前からの研究でも明らかだ。1989年：冠動脈バイパス手術後3日間の状況を比較すると、鎮痛剤を投与される機会は、男性は女性の2倍もあった。1996年：救急外来で20カ月間調査した結果、急性胸痛を訴えても入院できなかった割合は女性の方が高く、再診時にストレステストを受けられないことも多かった。2008年：女性救急医による調査では、急性腹痛を訴える患者が鎮痛剤を投与されるまでの時間は、男性が平均49分、女性は65分だった。

――パトリシア・エドモンズ

お昼を食べて仕事に
戻ろうとしたときに
ハア

突然、強い疲労感に襲われました。
ハア

理由はわかりません。
ハー

息が切れて、
階段に腰を下ろしましたが、

空気がなくなったみたいに
息ができないんです。
ハー……

頭がくらくらしてきて

胸が苦しくなりました。

まるで
ロープを
体に
巻き付けられて

ハア
締め上げられて
いるみたいに。

それで救急車を
呼んだんです。
ふむ
ふむ。

なに、
心配はいりませんよ。

少し休めば
楽になるでしょう。

女性に対するこのような対応は、治療だけでなく、未来の治療法を探る医学研究の世界でも起きている。男性が支配してきた医学の世界では、治験も主に男性が対象だった。あくまでも男性が「基準」であり、新薬の効果も男性だけ調べれば事足りるとされてきたのだ。妊娠・出産が可能な年代の女性は「安全面の理由」で、それ以外の女性もホルモンの男女差を関連要因から除外するために、対象から外された。1993年、米国立衛生研究所は女性の被験者をもっと増やすよう求めたが、2016年に医学誌が行った分析では、確かに女性の割合は増加していたものの、人口比を必ずしも正確に反映しているわけではなかった。調べを進めるなかで、医薬品の安全性や有効性を男女別に分析することすら行われていないこともわかってきた。

男女の生物学的な相違や医療効果の差[4]まで把握するには、女性のみを対象にした研究が必要になる。女性は男性より慢性疾患や免疫疾患を抱えている人が多く、また、そうした診断が下りやすい。米国では、一つ以上の慢性疾患にかかっている女性の割合は38%で、男性は30%だ。冠動脈疾患の場合、死亡率は女性の方が高く、後遺症も深刻だ(研究予算は男性対象の方がはるかに多いのだが)。女性向けとうたって発売される医薬品が、かえって女性の害[5]になっていることもある。こうした現状を見ると、女性が被験者になり、意思決定もできる研究や治験がまだ足りていないことがわかる。

医師が解決できない問題

医師は、病院の救急外来にやって来る女性たちの病気やけがを治すことはできるかもしれない。だが、彼女たちが抱える社会的・文化的に複雑な事情は、簡単に解決することはできない。

たとえば、ドラマに登場するジョーという名の女性は、パートナーから暴力を受けて命の危険にさらされた過去があり、名前も身分も変えて逃げている。ただ、救急外来にはそうした家庭内暴力の被害者が大勢来るが、ジョーは外来患者ではない。病院で働く医師の一人だ。彼女のケースは、家庭内暴力は、学歴の低い貧しい人たちの話だという先入観を覆す。世界的にも、家庭内暴力は事故や強盗などを抑え、女性が負傷する原因のトップだ。

また、10歳になる娘のナディアを救急外来の外に一人で立たせた母親も登場させた。検査の結果、ナディアには腹部に大きな腫瘍があることがわかり、緊急手術が必要な状態だった。母親が不法滞在者だったばかりに発見と治療が遅れ、体への負担も費用も大きくなってしまった例だ。

4. 医療効果の差
薬による影響の違い

一般的な薬のなかにも作用や副作用に男女差が見られるものがあるが、処方の際の考慮や患者への説明がなされていないことも多い。睡眠導入剤ゾルピデムの女性の推奨用量が規定の半分で良いと米食品医薬品局(FDA)が発表したのは、発売から20年以上たった2013年のことだ。女性の副作用のリスクは男性の1.5～1.7倍という研究結果もある。たとえば、アセトアミノフェン(鎮痛剤の成分)は肝機能障害を起こしやすく、重症化しやすい。男性に比べ、この成分の肝臓の代謝能力が低いためだ。

――パトリシア・エドモンズ、テレサ・マッケマー

5. 女性の害
禁止となった避妊具

15～49歳の米国人女性のうち約4700万人が避妊しているが、方法によって信頼性や安全性はまちまちだ。2002年、FDAは永続的避妊器具「エシュア」を承認した。これは卵管に挿入する金属コイルで、3カ月ほどで周囲に瘢痕(はんこん)組織が成長して卵管が塞がり、卵子が子宮に下りなくなる。だが骨盤痛、金属アレルギー反応、コイル破断、避妊失敗などの報告は2万6000件以上、関連死と思われる例も15件発生した。2018年12月に米国内では販売終了となったが、長期的な影響の調査は継続中だ。

――テレサ・マッケマー

医療保険制度の改革が進んでも、治療費がかかることに変わりはない。男性よりも収入や資産が少なく、貧困率が高い女性にとって、それは安い額ではない。また、統計上、女性は健康保険に扶養家族として入っていることが男性よりも多いので、夫の死亡や離婚、保険契約者であるパートナーの失業などによって、補償が受けられなくなってしまうリスクも高い。

子どもを産むか否か

幸福を追求するとき、女性は男性にない武器で勝負できる。子孫を産む生殖機能だ。実際に使うかどうかはともかく、ほとんどの女性はその機能が有効な状態で人生の何十年かを過ごす。それが恵みになるか、重荷になるかは状況次第。時には政治問題や社会問題にも発展するが、突き詰めれば個人の体のことだ。

小児外科医のアリゾナは、子どもが大好きで、同性パートナーとの間に自分たちの子が欲しいと考えている女性がモデルだ。彼女たちのように、妊娠のために手助けが必要な独身女性や女性同士のカップルには、代理母、胚提供、卵子提供、精子提供など、さまざまな選択肢があり、全世界で約4400億円規模の産業となっている。アリゾナたちは精子提供を選んだ。人工授精を受け、妊娠検査が陽性になったときは舞い上がって喜んだが、最初の超音波検査で胎児の心拍を確認することはできなかった。

不妊[6]とは妊娠に至らない、もしくは妊娠が継続できない状態を指し、米疾病対策センター(CDC)によると、米国では15〜44歳の女性のおよそ10%(約610万人)が不妊だという。幸いそのほとんどが、外科的処置や投薬といった従来の治療法で妊娠が見込める(体外受精まで必要な人は全体の3%だ)。数十年前に比べると、希望がもてるようになってきた。

では、まだ妊娠したくない人、子どもを産むつもりがない人はどうだろう?

強い意志をもって「子どもは産まない」と決め、それを貫いてきた女性として、私はクリスティーナを描いた。彼女は心から愛する男性と結婚したものの、彼が子どもを望んだときも意志を曲げなかった(代わりに結婚は破綻した)。理由はさまざまだが、クリスティーナのように自らの希望で子どもをもたない女性たちが増えている。子どもを産む選択がある以上、産まない選択もあって当然だ。

仕事やさまざまな事情で、妊娠・出産を先延ばしにしている女性もいるが、私は彼女たちにこう言いたい——専門的な仕事に打ち込んできた年上の世代がどうなったか、よ

6. 不妊
男性不妊の要因
子づくりを始めて1年たっても妊娠しない場合、不妊の可能性がある。男性不妊のリスク要因として肥満や薬物使用、高温の風呂などが挙げられる一方、本人の一存では防げないこともある。スウェーデンの研究で、父親が喫煙者だった男性は、そうでない男性より精子数が50%も少ないという結果が報告された。さらに気候変動の影響も懸念されていて、2018年の研究では、甲虫の精子は1度の熱波で約75%も減少するという。一方、雌には影響はなかった。
——テレサ・マッケマー

く見てごらんなさい、と。あまり引き延ばしていると、妊娠は難しくなる一方だし、費用も高くつく。体外受精は米国では1回当たり平均1万2000ドル(約130万円)もかかる。私は医学を勉強した身であるにもかかわらず、年齢別の妊娠率統計を見ても人ごとだったし、メディアや、自分が書いているテレビドラマに出てくる人々のように、その気になれば妊娠なんてすぐできると思っていた。でもそれは間違いだったのだ!

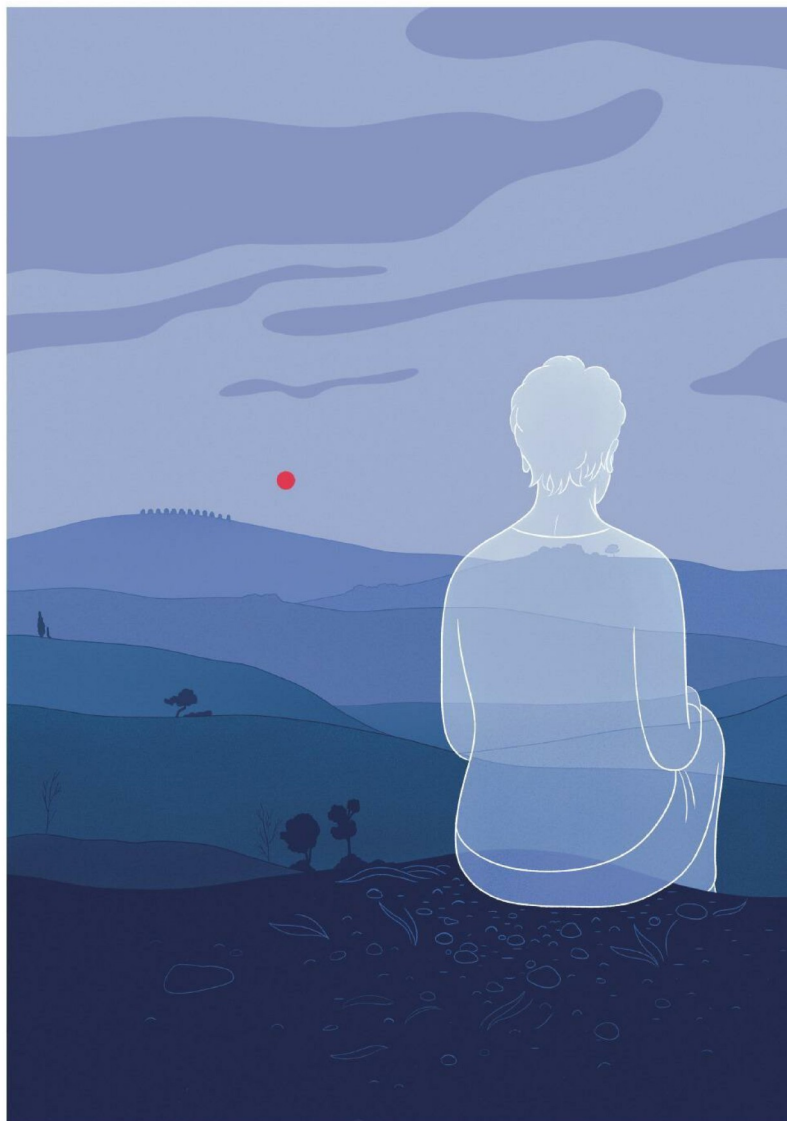
現実はこうだ。女性の最適な生殖年代は20代。30代に入ると卵子の質が落ち、数も少なくなって妊娠率は少しずつ下がっていく。妊娠する能力があって健康な30歳の女性が毎月努力をしても、妊娠できる確率は20%しかなく、40歳になると5%にも満たない。

だから私は、卵子や胚を冷凍保存する生殖技術[7]の活用を強く推奨する。そうすれば、子どもが欲しいためだけの関係を誰かともたずに済む。たとえば、外科の研修医であるイジーは、ステージ4の悪性黒色腫の治療中だが、病気を克服した後に子どもを産む可能性を残しておくために、卵子を取り出して保存しているという設定だ。イジーほど深刻な事情がなくても、この方法を選ぶ女性はいる。卵子や胚の冷凍保存は費用が高い上に確実に妊娠できる保証はないが、選択肢の一つではある。自分の将来への投資と考えればいいのだ。

妊娠・出産を希望し、ここぞというタイミングで成功すれば、この上ない喜びだろう。だがそんな幸福な場面にも危険が潜んでいる。私はそれを、カレンの物語を通じて伝えた。カレンの結婚相手は、救急医療隊員だった。夫は彼女の陣痛が始まるとすぐに駆けつけ、娘の誕生を見届けている。ところがカレンはその後、妙な痛みを覚え、大量出血を起こしてしまう。すぐに手術室に運ばれて子宮を摘出したものの、多臓器不全を起こして帰らぬ人となった。死因は妊娠高血圧腎症と呼ばれる異常な高血圧だったが、早期に発見されていれば処置が可能な症状だ。

妊産婦死亡率は、15〜49歳の女性が妊娠・出産で命を落としている割合を指している。2000〜17年の統計を見ると、妊産婦死亡率は世界全体では減少しているものの、米国では増加している。これには肥満や慢性疾患、社会経済的要因、医療を受けられないもろもろの理由、高齢出産など多くの要因が関係しているが、それでも約6割は未然に防げるはずだとCDCは推測している。さらに白人と非白人で比較すると、あまりの開きに愕然とさせられる。アフリカ系女性が妊娠もしくは出産時の合併症で死亡する割合は、白人より3〜4倍も高いのだ。

7. 生殖技術
女性のためのツールと出産の選択

「女性」と「科学技術」の融合を意味する造語「フェムテック」と呼ばれる新たな分野で、不妊などの問題を解決するツールやサービスが開発されている。月経周期や胎児の成長を把握するアプリや装着モニター、高度不妊治療を費用なども含めて提案するサービスなどがある。胚や卵子、精子を使う前に染色体の異常を検査する人も増えている。だが、異常の有無に関係なく、約3人に1人が検査を受けたことを後悔したという結果が、2018年に学術誌『ヒューマン・リプロダクション』で報告された。論文著者は、検査時の十分なカウンセリングとサポートの必要性を提唱している。
――パトリシア・エドモンズ

米国では、新生児や早産児に対する医療制度が改善され、素晴らしい成果を上げているが、代わりに母親が置き去りにされている。それでも2018年には、連邦議会で一つの進展が見られた。妊娠や出産で死亡するケースを減らす対策を講じている州を支援し、資金を提供する法律が成立したのだ。

健康で幸福な生活を実現するために

新しい生命を世に送り出す女性は、終わりを迎えようとしている人生をつなぎ止め、やさしく見守る役目も果たす。女性は男性より長生きする(85歳以上の女性の数は男性の約2倍にもなる)。女性は子どもや老人の世話をすることも多く、自分自身も含めて二重の健康不安にさらされている。たとえば、エリスは受賞歴もある知的で精力的な外科医だったが、働きざかりで若年性アルツハイマー型認知症[8]と診断されてしまう。エリスのキャリアはそこで終わり、ついには人生の幕も閉じてしまった。この病気は、女性の人生に大きな影響を与えている。そう言える理由は二つある。一つは、65歳以上のアルツハイマー病患者の約3分の2が女性であるということ。そして、こうした認知症患者の世話を無償でする介護者は全米に1600万人以上いて、その66%を女性が占めているという事実だ。

2015年、国連は2030年までに、世界のすべての子どもと成人男女が基本的な医療を受けられるようにする、という目標を掲げた。しかし現在、世界で医療を受けられない人は何億人もいて、目標の達成にはまだ時間がかかりそうだ。それでも努力する価値はある。健康で幸福な生活のために、女性自身とその家族、社会、さらには国が何を必要としているのか。それを私たち一人ひとりが代弁することを始めなくてはならない。

何シーズンか前の『グレイズ・アナトミー』で、主人公のメレディスは、暴行を受けて瀕死(ひんし)の重傷を負った。その後、けがから回復した彼女は、声を上げる大切さを一層強く訴えるようになる。そんな彼女の言葉を引用して、この記事を締めくくることにしよう。

「恐怖に口をつぐんじゃ駄目。あなたには声がある。それを使うのよ。言葉で伝えて、両手を高く上げて、あなたがどうしたいのか叫ぶの。相手を振り向かせなさい」□

筆者ゾアンヌ・クラック(Zoanne Clack)は医師であり、ABCの人気ドラマ・シリーズ『グレイズ・アナトミー』のエグゼクティブ・プロデューサー。2005年の放送開始から脚本を担当し、医学的な監修も行っている。救急医療で実習経験を積み、公衆衛生で修士号を取得。米疾病対策センターでは国際救急医療の分野で1年間仕事をした。息子1人と双子の娘がいる。

8.アルツハイマー型認知症症状の男女差

米国のアルツハイマー病患者は、約2対1で女性の方が多い。最近明らかになった要因の一つに生活習慣がある。賃金労働に従事してこなかった女性は、従事してきた人より記憶力が低下しやすいという。また、生理学的な要因もあり、女性は言語記憶が優れているため、疾患の早期発見に使われる認知テストはあまり有効ではない。発見されたときには、症状がかなり進んでしまっていることもある。遺伝的なリスク要因では、女性の脳内の神経接続は、病気を引き起こすタンパク質が男性より広がりやすくなっている可能性がある。
——テレサ・マッケマー

文＝フラン・スミス　ジャーナリスト
写真＝アンディ・リクター

ヨガで心の安らぎを

古代インドで誕生したヨガは、
現代のストレスを軽くしてくれると、
世界各地で実践者が増えている。

102ページ

米国コロラド州デンバー郊外のレッドロックス野外劇場で開催された「ヨガ・オン・ザ・ロック」。2100人が参加した。米国では、ストレス解消と健康増進の方法としてヨガの人気が高まっている。

左

4000年以上前にヨガが誕生したインドで、クリシュナ神の信者がバクティと呼ばれる流派のヨガを行う。ヒンドゥー教の聖地ゴバルダンの丘の周囲21キロを、108個の石を動かしながらはって進む。

米国ニューメキシコ州のヘメス山脈では、インドから欧米にクンダリーニ・ヨガを伝えた故ヨギ・ハジャンを信奉する人々が、目を閉じて歌いながら歩き、夏至の到来を祝う。

黒い法衣をまとったエレニー・デルク判事は、米国フロリダ州にあるジャクソンビル郡裁判所の裁判官席に厳粛な面持ちで座っていた。陪審員席や弁護士の席からは見えないが、法衣の下にはいているのは派手な柄のヨガ・パンツだ。

デルクがヨガに出合ったのは25年以上前のこと。当時、彼女はクローン病を患い、激しい腹痛に苦しんでいた。医師からは手術を勧められたが、それは避けたかった。そこで、ヨガの講師をしているいとこに相談した。いとこは、倒立などをする「インバージョン（逆さのポーズ）」を教えてくれた。科学的根拠はないが、体内の毒素を一掃してくれるといわれている。デルクの痛みはすぐに治まった。「ヨガは命の恩人です」と彼女は語る。

デルクは訓練を受けてヨガの講師になり、今では裁判所の芝地で無料の講習会を開いている。裁判の途中に休憩をとり、陪審員たちを立たせてストレッチや深呼吸をさせることもある。だが、デルクが法曹界で有名な一番の理由は、有罪判決を下した受刑者にも、服役中にヨガを実践するよう命じるからだ。

デルクが担当する事件は、万引きや少量の麻薬所持、飲酒運転など、最高で刑期1年の軽犯罪だ。受刑者は「ヨガ4（フォー）チェンジ」というプログラムを毎週受講すると、刑期を4割以上短縮できる。ヨガは内心の葛藤を鎮め、犯罪行為を引き起こす怒りや不安、悩み、衝動を抑えてくれると、デルクは考えている。

「心身のこわばりをほぐせば、前向きに考えるゆとりが生まれます」。当初は同僚たちから不信の目で見られ、戸惑う受刑者もいたという。

だが、ジャクソンビル郡内の3カ所の刑務所で評価を行ったところ、ヨガのプログラムに6週間参加した受刑者たちは、熟睡できるようになり、体調が改善し、怒りや不安感を抑えられるようになったという。今では新たに2人の郡判事がヨガの受講を勧めるようになった。

インドで精神修養法として発祥したヨガは、今や世界中に広まっている。米国では、健康維持法の一つとして奨励さ

米国カリフォルニア州の州立刑務所で開かれたNPO主催のヨガ教室で、パトリック・アクーニャが訓練中の介助犬ゼウスとともに、リラクセーションのポーズ「シャバーサナ」を行う。彼は服役しながら20年以上ヨガを実践してきた。

れ、悟りを開いたり、さまざまな病気を治療したりする方法としても注目されている。

ヨガの健康効果を証明するのは難しい。大半の研究は被験者が少な過ぎて結論を出せない。政府や製薬会社などの業界による助成がないことが大きな理由だ。

米ハーバード大学の神経科学者で、ヨガの講師も務めるサト・ビル・シン・ハルサは、ヨガの効果の解明にはまだ長い時間がかかると認める。「それでも、効果は実証済みだといえると思います」。ハルサは不眠症やPTSD(心的外傷後ストレス障害)、不安障害、慢性ストレスに対するヨガの影響を研究し、なかでも慢性ストレスに大きな効果があることを確認している。

ストレスは万病のもととなるばかりか、不健全な食生活や睡眠障害、アルコールや薬物への依存などの悪習慣を引き起こしている。「現代医療は慢性疾患を予防できていません」

ハルサは1971年にヨガに取り組み始めた。最近では、エピジェネティクス(後天的な遺伝子の働きの変化)や、ニューロイメージング(脳機能の画像化)の研究によって身体と脳の相互作用の解明が進み、ヨガの効果も明らかになりつつあると、熱い口調で語ってくれた。つまり、ヨガのもつ力は実践者の単なる思い込みではないということだ。

(114ページへ続く)

米国ニューヨーク市のスタジオで、ヨガ講師を目指す生徒たちとポーズをとるスリ・ダルマ・ミトラ。彼はブラジル空軍に勤務し、ジムを経営した後、ヨガを学ぶため50年以上前に渡米し、独自の手法を考案した。

左上：中国北京のヨガ教室でシャバーサナのポーズで横たわる女性。中国ではヨガと信仰の関係に対する懸念から、なかなか人気が出なかったが、今では急速に普及している。

右上：米国サンディエゴの海軍医療センターで産前産後ヨガのクラスを受けるアシュリー・クレイブン（手前）とカーラ・トレス。参加者は軍人や軍人の妻で、医師にヨガを勧められている。

右下：アシュタンガ・ヨガは難易度の高いポーズが多い。サラズワティ・ジョイスは父親からこのヨガの訓練を受け、インドのマイソールで男女混合のクラスを初めて開いた。

左下：米国ミネソタ州のリハビリテーション施設でヨガ教室が開催され、脳性まひのあるボブ・グレゴリーが、パリス・ケイに助けてもらいながら手を上げるポーズをとる。

ノルウェーで行われた調査では、10人の被験者の血液を、ヨガを2時間行う前と後に採取して分析した。すると、ヨガの後では体内を循環する免疫細胞内の遺伝子が著しく活性化していることがわかった。また、乳がんを克服した患者を研究する米カリフォルニア大学ロサンゼルス校のチームは、多くの疾患の原因とみられる炎症を引き起こす遺伝子の発現をヨガが抑制することを突きとめている。

また米国立衛生研究所によると、脳の灰白質は通常、加齢とともに減少するが、長年ヨガを実践してきた人々は年齢の割には進行していないという。さらに、ヨガの実践者は、記憶や感情の抑制をつかさどる海馬や、集中力や自己認識機能に関わる部位など、いくつもの脳の領域が一般的な人よりも発達している。

ヨガの効果はこれらの研究によって科学的に裏付けられてはいるが、古代の精神修養法であるヨガが現代のせわしないストレス社会で人気なのは、そうした理由からではない。「ヨガは人々を根本から幸せにして、現代社会を生きる力をくれます」と、ハルサは言う。

だが、私自身はヨガで逆にストレスをためてしまった経験がある。あるとき、理学療法士にヨガを勧められた。彼はどこへ行っても改善しなか

インド北部ブリンダバンにあるヒンドゥー教の聖地ケシ・ガートで、ヤムナ川を見下ろしながら瞑想する男性。インドのヨガは、心身の調和というヨガ本来の特徴が強い。心身を鍛錬することで現世の苦しみを克服し、魂を解放できると信じられている。

った肩のけがを治してくれたため、私は素直にその言葉に従うことにした。

自宅があるニューヨーク市郊外では、至るところでヨガ教室が開催されている。手始めにヘルスクラブのヨガ教室に参加してみた。クラスは満員の盛況で、多くの参加者が通勤電車の車内にでもいるかのように競い合って自分の場所を確保していた。ぴったりとしたヨガ・ウェアに身を包んだ体の柔らかい人々が、私にはとてもまねのできないポーズをとって体を曲げたり、丸めたり、ひねったりしていた。スポーツが苦手な私には、やはりハードルが高すぎたようだ。そこで、リラックスすることだけが目的のリストラティブ・ヨガのクラスに逃げ込んだのだった。

ヨガになかなか真摯に取り組めないのは、私だけではないようだ。「レッスン中に流す音楽がおしゃれじゃないと、生徒に言われることもありました」と、ヨガ講師のオリビア・ミードは語る。「それで、こんなやり方はもうやめようと思いました。私は格好つけるためにヨガの講師になったわけではなく、人の役に立つヨガを教えたかったのです」

こうしてミードはNPO「初心者のためのヨガ」を設立し、各地の警察署や消防署、職業訓練所でヨガ教室を開催してきた。ポーズや呼吸法、深いリラクセーションや瞑想といった基本的なヨガの手法を取り入れ、生徒たちが命懸けの仕事と向き合えるよう手助けしている。「ヨガの最終的な目標は精神を鍛えることであって、体を柔らかくすることではないのです」

ジャクソンビルのモントゴメリー刑務所の一室では、一見場違いなヨガ・マットがU字形に並べられ、19人の女性受刑者たちが待機していた。警官2人が立ったまま私の動きを見つめている。そのうちの1人、ロンダ・ウォーレン巡査部長がiPadを構え、私がインタビューをする様子を録画していた。

ストレス解消や精神の鍛錬などできるような雰囲気には思えなかった。だが、元海軍のパイロットでNPO「ヨガ4チェンジ」を設立したキャスリン・トーマスが、参加者たちに深呼吸をさせた後、「太陽礼拝」という一連のポーズをとらせると、しだいに空気が和らいでいった。

体を曲げたり伸ばしたりして、遠慮なく音を立てながら呼吸をする女性たちを見ていて、私はふと、他人ではなく自分自身を虚心に見つめていれば、もっと多くのことをヨガから学べたのではないかという気がした。女性たちが部屋を出ていった後、私はウォーレン巡査部長に、またヨガをやってみようと思うと告げた。

彼女はゆっくりとうなずいた。「その気持ち、わかります。実は私もそう思っているんです」□

筆者のフラン・スミス（Fran Smith）は2017年9月号「脳科学で克服する依存症」など精密医療や依存症の記事を寄稿。写真家アンディ・リクター（Andy Richter）はヨガの実践者。

フランスの高齢者施設で暮らす女性。ロボットの代母（キリスト教で洗礼式に立ち会う後見人）として、風船を飾ってその誕生日を祝う。撮影プロジェクトでは、ロボットとのふれあい方を高齢者自身に提案してもらった。

ロボットが
高齢者を手助けし
元気づけ、
需要が高まる介護の
現場で活躍する。
そんな未来が
近づいている。

お年寄り

文＝クローディア・カルブ
ジャーナリスト
写真＝イブ・ジェリー

孤独は高齢者に共通の問題だ。フランスの長期療養施設で暮らすこの女性は、ロボットを親友に見立て、一緒に日光浴を楽しむ気分に浸っている。

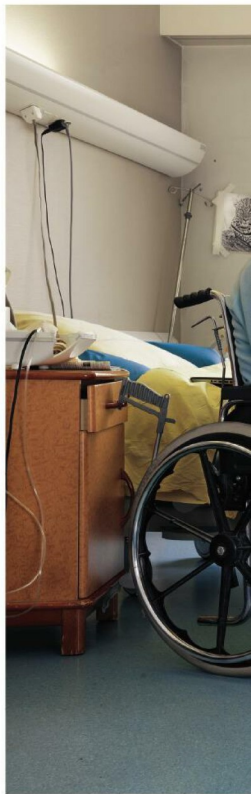
カナダのトロント大学で機械工学の教授を務めるゴールディー・ネジャートが2005年にロボット開発を始めた頃は、試作品を実演する機会を得ることさえ難しかった。当時、医療現場はロボットの導入に乗り気ではなかったのだ。「今はまったく反対の状況です」と、ネジャートは話す。「世界中から、最新のロボットはいつできるのかという問い合わせが来ています」

ネジャートのロボットは、人と交流できるように設計された社会支援型で、高齢者の介護という差し迫ったニーズに応えるものだ。世界の80歳以上の人口は2019年の1億4300万人から、2050年には3倍近い4億2600万人になると予測されている。

介護ロボットは、特にアルツハイマー病や認知症の患者に役立つ可能性がある。服薬の時間を知らせ、運動をサポートするようにプログラムできるほか、ネジャートのロボットは、患者の認知機能を高める記憶ゲームの手助けも可能だ。

フランスの写真家イブ・ジェリーは、ロボットが高齢者を支援する可能性を秘めていることに触発され、2年かけて映画『イヤー・オブ・ザ・ロボット』を制作し、2019年に発表して賞を獲得した。映画は、フランスとベルギーの長期療養施設で暮らす高齢者とロボットの交流の記録だ。高齢者たちがロボットと一緒にピアノを弾き、踊り、ロボットを相手に涙ながらに秘密を打ち明ける場面さえある。

映画の完成後、ジェリーは関連した写真撮影プロジェクトを開始し、映画に登場した人々に、ロボットとの理想の過ごし方を考えてもらった。高齢者が一番やりたいことは何だろうか。ここに掲載した写真は、人々がロボットとふれあう姿をとらえたものだ。プロジェクトの目的は、人間がロボットと関係を築けるかどうかを探ることだった。

介護ロボットが、人間同士の交流や人間の仕事を奪うのではないかと懸念する人もいる。しかし、目標は人間による介護を支援することであって、それに取って代わることではないと、米エール大学のソーシャル・ロボット工学研究室を率いるブライアン・スカセラティは言う。彼がさまざまな

写真家イブ・ジェリーの依頼で、高齢者たちは数カ月間ロボットとともに過ごした。パリの病院にいるこの読書好きの女性は、ロボットと一緒だと周囲の状況を忘れられると話し、ロボットに本を読んであげている。

患者を対象にロボットを使って実験したところ、自閉症スペクトラム障害をもつ子どもたちの場合、ロボットとの日々のやり取りによって、人と視線を合わせる能力や社交性が向上することがわかった。

撮影を行ったパリ公立病院連合のブローカ・リビング研究所で事務局長を務める認知心理学者のマリベル・ピノによれば、高齢者はロボットと本気で関わっていたという。一緒に過ごした人の多くが、ロボットに愛着をもったのだ。

ロボットの利用には、明らかな利点があるとスカセラティは言う。一人一人の患者に応じた迅速なケアが可能になるということだ。今後、その需要は増加の一途をたどるだろう。□

筆者のクローディア・カルブ（Claudia Kalb）は2019年5月号「レオナルド・ダ・ヴィンチ　色あせない才能」を担当。写真家のイブ・ジェリー（Yves Gellie）は、本誌フランス版のために、南太平洋の英領ピトケアン諸島を撮影した。

ロボットにバスケットボールを教わりたいという女性。ソフトバンクロボティクス社のこのロボットは、バスケをするようにプログラムされてはいないが、搭載されているベルギーのゾラ・ボッツ社が設計したソフトウェアにより、さまざまな活動を補助できる。

94歳のこの女性は、自分が弾くピアノに合わせて踊ってくれるロボットが欲しかった。ゾラ・ボッツ社の共同最高経営責任者ファブリス・ゴフィンは、小さなロボットは子どものようで、高齢者の心をとらえるのだと考えている。

ナオ(NAO)というこのロボットには、利点があると写真家のジェリーは言う。怒ったり、気分が変わったりすることがないのだ。この78歳の美術好きの男性は「ロボットと一緒に美術館に行ったら、何でも教えてくれるだろうね」と話す。

2019年10月号

大量絶滅の衝撃

貴誌を初めて購入して読んだのが10月号、「まるごと一冊 絶滅:生命の輝きが消えるとき」です。国立科学博物館の恐竜展を訪れ、現代が6回目の大量絶滅を迎えつつあると知って衝撃を受けたばかりのときでした。かつてないスピードで絶滅に向かっている原因は、人間の活動によるものであると、読めば読むほど痛感しました。神様は、こんなことをさせるために人間をつくったのではないと思います。自然を壊し、動物たちを苦しめてきたこの罪は、そう遠くない未来に、私たちに降りかかってくるでしょう。1人でも多くの人に、このことを知って考えてもらいたいです。

長尾 亜紀
岡山市 38歳

シロサイの写真が訴えること

「レンズの先に」の「最後の雄が教えてくれたこと」で取り上げられていたキタシロサイの「スーダン」には、思わず涙してしまいました。このサイについては以前、インターネットのニュースで読んで知っていたのですが、改めて写真を見て、「世界に生き残っている仲間が自分の孫ともう1匹しかいないのは、どんな気持ちだろう」と考えました。「生きるため」の範疇(はんちゅう)をはるかに超えた人間の侵略行為は、いずれ必ず自分たちの首を絞めることになるでしょう。10月号は特に心に残る一冊で、とても良い問題提起をしていると思いました。表紙も一目でわかりやすいので、会社に置いて少しでも同僚が目を留めてくれたらいいな、と思っています。

柳田 彩香
東京都練馬区 25歳

博物館の裏側をのぞいて

子どもの頃、博物館に展示してあった恐竜の化石に「複製」という文字を見つけ、なんだかがっかりした覚えがある。特集「恐竜の化石は誰のもの?」には、当時理解できなかった“裏事情”が載っていておもしろかった。個人が所有するものを貸し出すこともあるらしいが、ボランティアなのだろうか。純粋な視点ではないかもしれないが、博物館で恐竜の化石を眺めたくなった。

小貫 悠介
東京都日野市 29歳

動物だけじゃない

絶滅と聞くと、動物や魚を思い浮かべますが、EXPLOREを読み、植物のような身近な生き物のなかにも危険にさらされているものがあることがわかりました。そうした動植物を守るために尽力している人々には、頭が下がる思いです。今、当たり前に見ている生き物たちが、この先も当たり前に存在していることを願うばかりです。

都築 佳代子
愛知県高浜市 48歳

一つのテーマと向き合う

「まるごと一冊」は、興味のないテーマだった場合、楽しく読めるかどうか不安はあります。ただ、自分からはアクセスしない分野に興味を抱かせてくれるのが貴誌の素晴らしいところ。10月号は絶滅がテーマということで、胸が痛い瞬間が何度もありました。貧困が原因の乱獲や、無知からくる迷信への依存は、怒りとともに切なさも感じます。ただ、それらの多くは学びによって改善できると強く感じました。

椿 雄一
埼玉県富士見市 30歳

本誌記事へのご意見やご感想は、住所・氏名・年齢・電話番号を明記のうえ、下記の方法にてお送りください。
掲載分には図書カードを差し上げます。文章は一部編集・割愛させていただくことがあります。

▶ インターネット national geographic.jp
(画面右下の「お問い合わせ」をクリック)

▶ 郵送 〒134-8691 日本郵便葛西郵便局私書箱30号 日経ナショナル ジオグラフィック社 読者サービスセンター 「読者の声」係

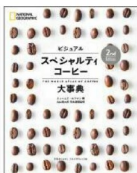
書籍のご案内

新刊

世界でシリーズ累計530万部のベストセラーの最新版が登場！

いつかは行きたい 一生に一度だけの旅BEST500 第2版

秘境から必見の定番まで、ビジュアルガイドの決定版を全面的に見直した改訂新版。美しい写真とともに、旅先での楽しみ方、情報収集のヒント、ベストシーズン、ロケーションマップ、テーマ別の旅先トップ10など、次の旅行先を探すだけでなく、読むだけでも地球一周気分に浸れる情報満載の1冊。

定価:本体 2,800円+税　商品番号:G13870　ナショナル ジオグラフィック編
210×158mm　416ページ　2019年12月9日発行

近刊

豆の情報から淹れ方まで収録した決定版を増補改訂！

ビジュアル スペシャルティコーヒー大事典 2nd Edition

スペシャルティコーヒーの第一人者である丸山珈琲の丸山健太郎氏が日本語版の監修を務める注目書籍に、新たな産地情報を追加した増補改訂版が登場。国別のコーヒー産地を、地図と写真、テキストによる豊富な情報で紹介。産地・農園レベルの情報を求めている方、必携の1冊。

定価:本体 4,600円+税　商品番号:G13940　ジェームズ・ホフマン著
260×200mm　272ページ　2020年2月発行予定

NOW
PRINTING

近刊

今こそ真面目に考える

ナショナル ジオグラフィック別冊 マリファナ 世界の大麻最新事情

2015年、本誌で大反響を呼んだ特集「マリファナの科学」。あれから数年、大麻を取り巻く状況は大きく変化している。本書では当時の特集内容を深掘りし、歴史から医療、化学、栽培、法的環境まで最新情報を大幅に加筆。客観的視点から大麻の現状に迫る。

定価:本体 1,400円+税　商品番号:G13990　ナショナル ジオグラフィック編
A4変形判　112ページ　2020年1月31日発売

ご予約、お求めはインターネット、お電話、巻末のハガキでいますぐどうぞ。なお、書籍の仕様や発行日は変更する場合があります。
[インターネット] nationalgeographic.jp QRコードより各書籍のWEBページにアクセスできます。
[フリーダイヤル] 0120-86-7420（祝日を除く 月〜金曜 9:00〜17:00）
日経ナショナル ジオグラフィック社

今月のハイライト番組

伝説の女性飛行士 アメリアを探して

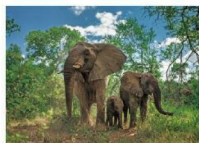
[ナショナル ジオグラフィック] 1月18日(土)20:00 ～ 22:00(再放送あり)

女性パイロットの先駆けとして数々の記録を打ち立てた米国人、アメリア・イアハート。だが、1937年に世界一周飛行に挑戦中、太平洋の真ん中で消息を絶ってしまう。大規模な捜索をしたにもかかわらず、遺体はおろか、機体の残骸も見つかっていない。彼女はどこへ消えたのか？

沈没船タイタニック号の発見で知られる探検家ロバート・バラードが、最新技術を駆使して、イアハートの飛行機を探すミッションに挑む。

NATIONAL GEOGRAPHIC

野生に生きる苛酷な暮らし

1月30日から毎週木曜
22：00 ～ 23：00
(再放送あり)

NAT GEO WILD

世界大自然紀行 南アフリカ 総集編

1月26日(日)
18：00 ～ 19：00
(再放送あり)

ナショナル ジオグラフィックとナショジオ ワイルドのテレビ番組の視聴方法、番組内容の詳細については公式サイトでご覧ください。
natgeotv.jp

インフォメーション

チャチャポヤのミイラ　典型的なミイラ包み
ペルー文化省・レイメバンバ博物館所蔵
©義井豊

国内最大級！最新科学によってミイラの実像に迫る

【特別展】ミイラ～「永遠の命」を求めて

最新科学で明らかになったミイラの実像や、ミイラをつくった文化の背景にある人類の死生観、身体観も解説。インカ帝国時代の布に包まれたミイラ、オランダの湿地で見つかった2体のつながったミイラ、グレコ・ローマン時代の布でくるまれた子どものミイラ、ペルーの女性のミイラ…。南米、エジプト、オセアニア、日本など世界からミイラ計43体が国立科学博物館に集結する。

会　　期／2020年2月24日まで（月・休）
会　　場／国立科学博物館（東京・上野公園）〒110-8718 東京都台東区上野公園7-20
開館時間／午前9時～午後5時（金曜・土曜は午後8時まで）※入場は各閉館時刻の30分前まで
休 館 日／月曜日（月曜日が祝日の場合は火曜日）および12月28日（土）～1月1日（水・祝）
ただし2月17日（月）は開館 ※開館時間や休館日等は変更になる場合があります
主　　催／国立科学博物館、TBS、日本経済新聞社

問い合わせ／TEL：03-5777-8600（ハローダイヤル）
展覧会公式サイト　https://www.tbs.co.jp/miira2019/

定期購読のご案内

「ナショナル ジオグラフィック日本版」の定期購読をおすすめします！

1年	9,800円	市価 13,572円（1,131円×12冊）
3年	24,800円	市価 40,716円（1,131円×36冊）

約39%お得！［3年購読の場合］

※いずれも消費税10%込みの価格です。市価は号によって特別定価となる場合があります。

「ナショナル ジオグラフィック日本版」の定期購読や、書籍等は
下記いずれかの方法でお申し込みいただけます。

インターネット

nationalgeographic.jp
ナショジオ　検索

お電話

日経ナショナル ジオグラフィック社
読者サービスセンター

【フリーダイヤル】
0120-86-7420
または 03-5605-7420
（土日・祝日・年末年始除く9時～17時）

「ナショナル ジオグラフィック日本版」の定期購読は、下記からもお申し込みいただけます。

amazon.co.jp

［1年・12冊］
https://www.amazon.co.jp/dp/4863134452
［3年・36冊］
https://www.amazon.co.jp/dp/4863134460

楽天
（ナショジオSHOP）

https://www.rakuten.ne.jp/gold/ngshop/

Yahoo! ショッピング
（ナショジオ Yahoo!ショップ）

https://store.shopping.yahoo.co.jp/ngshop/

人気者になった フラミンゴ

窓ガラスにぶつかって重傷を負ったフラミンゴ。けがから回復後、地元の人に愛される日々を送る。

▼

明かされる 奴隷たちの物語

1860年、米国への最後の奴隷船に乗せられたアフリカの人々。彼らの物語を、子孫たちが語り始めた。

変わり始めた 美の定義

ソーシャルメディアなどの力で、どの女性も美しいとたたえられる文化が芽生えつつある。

草原を 取り戻すべきか？

米国モンタナ州の草原を昔の状態に戻す計画が浮上した。しかし、地元の牧場主は反対している。

＊誌面の都合により内容が変更になることがあります。

写真：JASPER DOEST

ナショナル ジオグラフィック日本版

2020年1月号（第26巻 第1号 通巻298号）

発行人 兼営業担当	中村 尚哉
経営企画担当 兼編集担当	武内 太一
日本版編集長	大塚 茂夫
副編集長	藤原 隆雄
編集	大森 浩子
書籍編集長	尾崎 憲和
編集	葛西 陽子
	田島 進
ウェブ版編集長	芳尾 太郎
副編集長	齋藤 海仁
編集	寺村 由佳理

クロスメディア 営業部長	鈴木 康太郎
マーケティング部長	役山 守
営業	杉浦 真巳
	井上 直子
編集委員	武内 太一
	尾崎 憲和
デジタルメディア ディレクター	武内 太一
エグゼクティブ アドバイザー	木村 功

翻訳者
伊藤 和子（痛みの科学）
黒田 眞知（長寿の食卓）
町田 敦夫（人体の微生物）
藤井 留美（女性の健康）
尾澤 和幸（ヨガ）
片山 美佳子（ロボット）
菱沼 裕子（PROOF）
片神 貴子（EXPLORE）

制作［日経BPコンサルティング］
村上 謙子
坂田 和歌子
吉岡 真理子

印刷
凸版印刷

翻訳監修
斎藤恵・リンカーン
ゆか子・マクミラン
ジェレミー・ウィップル

編集協力
野口 恵
森 江里
黒木 健 東京大学 大学院理学系研究科 岩崎渉研究室（人体の微生物）

© 日経ナショナル ジオグラフィック社　ISSN 1340-8399

日経ナショナル ジオグラフィック社
NIKKEI NATIONAL GEOGRAPHIC INC.

〒105-8308 東京都港区虎ノ門4-3-12

社長	中村 尚哉
取締役	喜多 恒雄
	吉田 直人
	デイビッド・ミラー
	デイビッド・シン
	ユリア・P・ボイル
監査役	岩知道 真吾
	安部 真木
	ゲーリー・E・ネル

英語版1922年9月号より(白黒写真に手で彩色)

笑顔を届ける二人組

路上でにっこり笑うのは、新年を祝って街を行く万歳(まんざい)師。1922(大正11)年9月号に掲載された一枚で、撮影地は不明だが、「正月には老若男女が笑顔になって、福を呼び寄せようとしている」と写真の説明にある。

扇子を手にした太夫と鼓を持った才蔵が、新年に家々を回ってめでたい言葉を述べ、こっけいな舞いを披露する。こうした万歳は古くから祝福芸として、三河をはじめ、秋田や越前、加賀、尾張、伊勢、伊予など、全国各地で演じられてきた。二人のかけ合いで見る人を笑わせるところは現代の漫才に似ているが、楽しい芸を披露する以外にも万歳の目的はある。たとえば、三河万歳の「七草の舞」の歌詞には、鶴や亀、千秋万歳、繁昌といった言葉が盛り込まれ、一家の繁栄や長寿を願う意味合いもあることがうかがえる。

実際、笑いと長寿には関係があるようで、山形大学の研究チームが40歳以上の男女1万7000人余りを対象に調べたところ、ほとんど笑わない人は、よく笑う人に比べて死亡率がおよそ2倍高いことがわかった。長寿を願い、人々に笑顔を届けた太夫と才蔵は、笑いが長生きに役立つことを知っていたのだろうか。 ──藤原 隆雄

写真:JILL JONES